EYS
ANW 13 (2)

DR. 2 Nº 714

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XIII.

Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/s3id13207810

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TREIZIÈME.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue du Cloître Saint-Benoît, n° 16, près celle des Mathurins.

1820.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

OBSERVATIONS

Sur l'Ecoulement des fluides.

PAR C.-J. LEHOT,

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

IL résulte de quelques expériences de M. Dubuat, consignées dans le second volume de ses *Principes d'hydraulique :*

1°. Que les liquides s'écoulent, sous une même charge, plus lentement par un tube capillaire que par une ouverture de même diamètre pratiquée en mince paroi ;

2°. Qu'il y a une certaine charge qui, pour un tube vertical donné, produit une vitesse qui reste constante, quoiqu'on augmente la longueur du tube ; mais qui s'accélère si l'on diminue cette longueur ;

3°. Que sous une même hauteur de fluide, à la même température et par le même tube, un volume d'eau pure

s'écoule plus promptement qu'un volume égal d'alcool ou d'eau salée, mais moins vite qu'un pareil volume de mercure ;

4°. Enfin, on doit à M. Dubuat cette observation fort curieuse, que le temps nécessaire pour l'écoulement d'un volume d'eau donné, par le même tube capillaire et sous une même hauteur de fluide, est d'autant moindre que la température de ce liquide est plus élevée.

On a cru récemment pouvoir expliquer ces faits, en supposant, 1°. que la surface de la paroi intérieure du tube capillaire exerce sur l'eau une action à distance qui fait adhérer à cette surface une couche fluide qui diminue d'autant le rayon du tube par lequel l'écoulement s'opère ;

2°. Que cette couche est variable pour les différens fluides, et moins épaisse pour l'eau que pour l'alcool, en sorte que ce dernier liquide s'écoule réellement par un tube d'un plus petit diamètre ;

3°. Que la couche d'eau adhérente à la paroi du tube et stagnante pendant l'écoulement, augmente à mesure que la température baisse, et qu'elle est dans les basses températures de plus d'un millimètre.

Cette théorie peut paraître séduisante par son extrême simplicité ; mais elle est manifestement en contradiction avec les faits suivans.

Si on laisse tomber du sablon très-fin dans un réservoir dont l'eau s'écoule par un tube de verre, ce sablon sera entraîné dans le tube, et parmi les grains il y en aura quelques-uns qui, en descendant, suivront la paroi, de manière qu'il sera impossible de distinguer entre eux et cette paroi le moindre intervalle. D'ailleurs, si la

diminution de dépense dans l'écoulement par les tubes capillaires dépendait principalement de l'épaisseur de la couche adhérente à la paroi, il est évident que la longueur du tube n'influerait pas sur cette dépense : or, on sait que, jusqu'à une certaine limite, elle diminue à mesure que le tube augmente de longueur.

Si la couche de liquide adhérente au tube est extrêmement mince, et ne diminue pas sensiblement son diamètre, comme il semble résulter des observations précédentes, on ne peut donc point attribuer à la plus ou moins grande épaisseur de cette couche les modifications de l'écoulement par le changement de température, lesquelles d'ailleurs paraissent résulter de ce que l'adhérence de l'eau pour les corps solides diminue à mesure que la température augmente. Du moins, c'est la conclusion qu'il semble que l'on peut tirer des expériences suivantes.

Newton a prouvé qu'une colonne d'eau qui oscille dans un siphon dont les deux branches sont cylindriques et verticales, fait des oscillations isochrones et égales en durée à celles que ferait un pendule dont la distance entre le centre de suspension et celui d'oscillation serait égale à la moitié de la longueur de cette colonne (1). Sans la résistance qu'elle éprouve dans son mouvement, elle oscillerait donc continuellement en faisant des oscillations de même durée; en sorte que la diminution de l'amplitude de ses oscillations et l'anéantissement com-

---

(1) *Newtonis philos. natur. princip. Mathem. liber secundus, propositio* XLIV.

plet de son mouvement n'ont lieu qu'en vertu des résistances qu'elle éprouve.

Si on compare donc dans un même siphon les oscillations de colonnes de même longueur, mais de liquides différens et à des températures différentes, on pourra déterminer celles qui éprouvent le plus de résistance.

J'ai donc pris un siphon de verre d'un diamètre constant dans toute sa longueur. J'ai introduit successivement dedans des colonnes de différens liquides mais de même longueur. Ensuite, en inclinant le siphon, j'ai fait monter le liquide à un point déterminé, et j'ai appliqué le doigt sur l'extrémité correspondante; en sorte qu'en remettant le siphon dans la position verticale, une des colonnes était plus haute que l'autre de 16 centimètres. Alors, en ôtant le doigt, la colonne totale faisait un certain nombre d'oscillations avant de parvenir à l'état d'équilibre.

Il est résulté de ces expériences le tableau suivant :

	TEMPÉRATURE.	NOMBRE total d'oscillations.	AMPLITUDE DE LA	
			1re oscillat.	2e oscillat.
Eau	17 d.	12	13 c., 5	11 c.
Alcool	17 d.	9	12 c., 3	9 c., 8
Mercure	17 d.	16	15	13
Eau	92 d.	16	14	12
Alcool	80 d.	16	14 c., 5	12
Eau	6 d.	8	12 c., 5	10
Alcool	6 d.	7	11 c., 8	9 c., 2

La cause principale de la résistance qu'éprouvent ces différens fluides en se mouvant est manifestement l'adhé-

sion de la colonne totale à la paroi intérieure du siphon : en effet, une couche adhérente au tube, en diminuant son diamètre, n'influerait pas sur la vitesse, et la seule adhésion des molécules fluides entre elles, qui modifie le mouvement, ne l'altérerait pas si l'adhésion à la paroi était nulle : d'après ces observations, il paraît donc qu'on peut poser en principe :

1°. *Qu'à la température de 17 d, la perte de vitesse qu'éprouve une colonne d'eau en mouvement dans un tube de verre est moindre que celle qu'éprouve une colonne d'alcool de même longueur, et plus grande que celle qu'éprouve une colonne de mercure ;*

2°. *Que l'adhésion de l'eau et de l'alcool pour le verre diminue à mesure que la température augmente.*

L'analogie entre ces faits et ceux observés par M. Dubuat, relativement à l'écoulement des liquides par les tubes capillaires, doit faire présumer que ces phénomènes sont dus à une même cause, c'est-à-dire, à l'adhésion du liquide pour la paroi plus ou moins mouillée.

Enfin, une autre expérience prouve que l'augmentation de dépense par les tubes capillaires, lorsque la température augmente, n'a pas pour cause principale l'augmentation de diamètre du jet, mais bien la plus grande vitesse des filets fluides.

J'ai adapté à un réservoir un petit tube capillaire, recourbé de manière à ce que son autre extrémité fût verticale, ainsi que le jet qui en sortait. Lorsque l'eau était à 12 degrés, le jet s'élevait à 15 centimètres, et lorsqu'elle était à 60 degrés, il s'élevait à 18 centimètres. Ainsi, *sous une même hauteur de fluide, un jet qui s'échappe par un tube capillaire s'élève plus haut à me-*

sure que la température de l'eau augmente. Or, comme cette hauteur du jet dépend de la vitesse du liquide au sortir du tube, et non du diamètre de la veine fluide, il faut en conclure que l'augmentation de dépense n'est pas due à l'accroissement du diamètre du jet, mais bien à l'augmentation de vitesse des filets fluides.

Un disque qui tourne sur lui-même dans un liquide éprouve aussi d'autant moins de résistance que la température est plus élevée : c'est ce qu'on peut observer à l'aide de l'appareil que M. Coulomb a décrit dans le 3me volume des *Mémoires de l'Institut.*

On sait que cet appareil consiste en un disque de cuivre traversé perpendiculairement par une tige cylindrique dont l'axe passe par le centre du disque. Cette tige est terminée, à sa partie supérieure, par une pince qui sert à serrer l'extrémité d'un fil de laiton vertical. A la partie inférieure de ce cylindre est fixé un autre disque de fer-blanc, parallèle au premier, et que l'on plonge dans le liquide dont on veut éprouver la résistance. On éloigne le disque supérieur de sa position d'équilibre, en le faisant tourner sur lui-même, sans écarter son axe de la verticale : ensuite on l'abandonne et on mesure l'amplitude de ses oscillations successives.

J'ai trouvé qu'un disque de fer-blanc de 8 centimètres de diamètre, le disque supérieur étant écarté de 135 degrés, faisait, dans de l'huile à 131 degrés, une première oscillation dont l'amplitude était de 265 degrés, et la seconde de 240 degrés.

Dans de l'huile à 16 degrés, la première oscillation était de 210 degrés, et la seconde de 70.

Dans de l'eau à 17 d., un disque de fer-blanc de 14 centimètres de diamètre, le disque supérieur étant écarté de 135 d., faisait une première oscillation dont l'amplitude était de 245 d., et celle de la seconde de 188 degrés.

Dans de l'eau à 78 d., l'amplitude de la première oscillation était de 267 d., et celle de la seconde de 218 d.

D'où il résulte que la résistance qu'éprouve le disque de fer-blanc augmente à mesure que la température diminue : au reste, les pertes de mouvement qu'il éprouve dépendent de plusieurs causes que je tâcherai d'évaluer séparément dans un autre Mémoire.

Il paraît, d'après les observations précédentes, que l'écoulement des fluides par les tubes capillaires est retardé par les mêmes causes qui diminuent l'écoulement par des tuyaux d'un grand diamètre. Les molécules qui composent la première couche perdent de leur vitesse par leur adhésion à la paroi ; celles de la seconde, par leur adhérence à la première ; enfin, celles d'une couche quelconque par leur adhésion à la couche qui la précède. Ces pertes de vitesse étant d'autant moindres que la couche que l'on considère est plus éloignée de la paroi, les vitesses des filets fluides doivent aller en diminuant du centre à la circonférence.

Parmi les faits qui prouvent l'adhésion que je suppose exister entre les molécules fluides, je citerai les suivans :

Si on approche contre la partie lisse d'un jet d'eau vertical la partie lisse d'un autre jet d'eau incliné, au moment du contact, ils s'enrouleront l'un autour de l'autre, et si le jet vertical est d'un diamètre beaucoup

plus grand que l'autre, ce dernier formera autour de lui une espèce d'hélice.

L'adhésion de l'eau pour elle-même se manifeste encore dans l'expérience suivante : Si on produit, à l'aide d'un tube capillaire adapté verticalement à un réservoir entretenu constamment plein, un écoulement goutte à goutte, la vitesse de cet écoulement peut être telle, qu'en plongeant l'extrémité du tube dans l'eau, on puisse ensuite l'éloigner de la surface de ce liquide de 15 à 20 millimètres, sans que le jet perde de sa continuité ; tandis que s'il ne communiquait pas à l'eau, il ne produirait que des gouttes successives et isolées.

Enfin, cette adhésion se manifeste aussi entre les fluides hétérogènes. Si l'on retire de l'eau un cylindre de verre de 3 à 4 millimètres de diamètre, il restera à son extrémité une goutte de ce liquide. Si ensuite on laisse couler le long de la surface du cylindre une petite goutte d'huile, elle viendra se fixer sous celle d'eau. Enfin, on pourra souvent parvenir à placer sous l'huile une seconde portion d'eau, et alors la masse entière présentera une couche d'huile en équilibre entre deux couches d'eau ; phénomène qui donne une preuve expérimentale de cette assertion de d'Alembert, que l'excès de densité des tranches supérieures n'est point un obstacle à l'équilibre des fluides hétérogènes.

Si le cylindre de verre est chargé d'une goutte d'huile, et qu'on laisse tomber le long de sa surface une goutte d'eau, de lait ou d'alcool coloré, ces fluides se placeront ordinairement au-dessous de l'huile : quelquefois les deux gouttes, restant toujours en contact, se placeront l'une à côté de l'autre, et formeront encore une

masse de fluide en équilibre, et terminée par une surface de révolution.

Je n'étendrai pas plus loin ces considérations, me proposant de publier sous peu de temps une dissertation sur l'influence de l'adhésion dans les phénomènes de l'équilibre et du mouvement des fluides. J'observerai seulement qu'il paraît qu'on peut tirer des faits exposés dans ce Mémoire, les conclusions suivantes :

1°. *Que la diminution de dépense dans l'écoulement de l'eau, de l'alcool, par les tubes capillaires additionnels, est due à la diminution de vitesse de tous les filets fluides, et non pas à l'existence d'une couche stagnante plus ou moins épaisse, adhérente aux parois du tube ;*

2°. *Que l'augmentation de température diminue l'adhésion de l'eau, de l'alcool pour le verre ;*

3°. *Que l'accroissement de l'écoulement par les tubes capillaires, lorsque la température augmente, est dû principalement à la diminution de l'adhésion de la colonne liquide pour la paroi du tube.*

An Essay on *Chemical history, etc.*, ou *Essai sur l'Histoire chimique et le Traitement médical des concrétions calculeuses.*

Par Al. Marcet,

Docteur en médecine, membre de la Société royale, médecin et professeur à l'hôpital de Guy, à Londres, etc.

(2e Edit. 1819. Un vol. in-8° de 194 pages.)

Dans l'ouvrage dont nous allons donner l'extrait, l'auteur s'est proposé de décrire avec le secours de gravures très-fidèles les caractères par lesquels on peut distinguer les calculs les uns des autres; d'indiquer les méthodes les plus faciles pour déterminer leur nature chimique, et d'exposer le mode de traitement qui promette le plus de succès, en se renfermant toutefois dans des limites abordables à la médecine. Cet ouvrage est recommandable par des faits nouveaux, par une alliance heureuse de la médecine et de la chimie, et par une méthode d'observation qu'il serait à desirer que l'on introduisît dans les sciences dont les résultats sont des probabilités plus ou moins grandes. Comme il est plus particulièrement destiné aux médecins, nous ne pourrons entrer dans les mêmes détails sur toutes ses parties : nous aurions même à craindre d'en avoir donné de trop étrangers à la chimie, si nous n'étions persuadés qu'on doit voir avec intérêt les résultats de l'observation sur une maladie qui paraît attaquer plus particulièrement les personnes qui mènent une vie sédentaire, et sur laquelle la chimie a déjà jeté le plus grand jour.

CHAPITRE I.

Des différens lieux où l'on trouve les calculs dans les voies urinaires, et des symptômes qui leur sont propres.

La formation des concrétions dans les passages urinaires étant occasionée par la séparation et la consolidation de certains ingrédiens contenus dans l'urine, et étant indépendante de toute action spécifique des organes urinaires eux-mêmes, les calculs peuvent se former dans toutes les cavités où l'urine a quelque accès. Ainsi, on les rencontre dans les reins, les uretères, la vessie et l'urètre; et ils sont plus disposés à paraître dans l'une ou l'autre de ces parties, selon que, par leur forme naturelle ou par des causes morbides, elles offrent les circonstances les plus favorables à la déposition des calculs.

Les reins sont, d'après leur structure particulière, les organes dans lesquels la formation des calculs commence le plus fréquemment. Lorsque ces calculs ne sont point expulsés dès leur origine avec l'urine sous forme de gravelle, ils restent engagés, soit dans les reins, dont ils remplacent quelquefois toute la substance, soit dans les uretères ou canaux qui conduisent l'urine des reins dans la vessie. Mais c'est principalement la vessie qui est le siége des calculs, non-seulement parce que toutes les concrétions urinaires, ou leurs noyaux formés dans les reins et dans les uretères, tendent à tomber dans cet organe; mais aussi parce qu'elles peuvent prendre leur

origine dans la vessie elle-même ; et c'est probablement ainsi que cela se passe très-souvent.

Le plus ordinairement les calculs sont libres dans la vessie ; mais quelquefois aussi ils sont enveloppés et fixés dans des kystes ou poches formés dans la substance même de la vessie. Cette singulière disposition des calculs a été remarquée, il y a plusieurs années, par Sir Everard Home, dans la vue de rendre raison des effets supposés des dissolvans dans le traitement de la pierre (1). Les symptômes diagnostiques produits par ces calculs ne sont plus alors les mêmes ; l'écoulement de l'urine ne s'arrête plus subitement ; on ne ressent pas de douleur dans le pénis, etc.

Enfin, on trouve assez fréquemment dans l'urètre de petits calculs d'une forme oblongue ou sphéroïdale. Il se forme aussi des concrétions d'un genre particulier dans la glande prostate, au col de la vessie. Ces concrétions sont nombreuses et petites, excédant rarement la grosseur d'un pois, et disséminées ordinairement dans les cellules de cette glande. Le Dr Marcet, ainsi que l'indique le titre de ce chapitre, rapporte les symptômes que la présence des calculs occasione ; mais nous ne pouvons le suivre dans les détails intéressans qu'il donne à cet égard, et pour la plupart desquels, d'ailleurs, il avoue avoir marché sur les traces de ceux qui ont acquis plus d'expérience que lui dans cette classe de maladies.

---

(1) *Transactions philosophiques*. 1808, p. 245-246.

CHAPITRE II.

De la proportion des calculs urinaires dans divers hôpitaux, et de la fréquence comparative de la maladie dans différentes contrées.

Un des objets les plus intéressans de l'histoire des concrétions calculeuses serait de savoir si cette maladie est également commune dans diverses contrées et aux différentes époques de la vie; ou si sa fréquence dépend des variétés de climat et de situation, ou des particularités des habitudes et des occupations des individus. Des observations exactes et multipliées, dirigées dans ce sens, ne pourraient manquer de jeter beaucoup de lumière sur la nature des maladies urinaires, et sur leur traitement; mais le Dr Marcet, en se livrant à des recherches sur cet objet, a beaucoup été trompé dans son attente : il n'a obtenu que peu de renseignemens, non-seulement sur le continent, mais même dans les grands hôpitaux de Londres. Celui de Norwich fait cependant une exception remarquable, et se fait distinguer comme un modèle de régularité et de bonne administration. Tous les calculs qui ont été extraits dans cet hôpital pendant les quarante-quatre dernières années, au nombre de 506, ont été conservés soigneusement avec toutes les circonstances relatives à chaque calcul.

Retours des cas de lithotomie dans l'hôpital de Norwich, de 1772 à 1816, formant une période de 44 années.

	NOMBRE DES OPÉRATIONS.			MORTS.		
	Enfans au-dessous de 14 ans.	Adultes.	Total.	Enfans.	Adultes.	Total.
Du sexe masc.	227	251	478	12	56	68
Du sexe fém.	8	20	28	1	1	2
	235	271 (1)	506	13	57	70

Il paraît, par cette table, que le nombre moyen annuel des cas de lithotomie, dans l'hôpital de Norwich, pendant les quarante-quatre dernières années, a été de 11 $\frac{1}{2}$, et que le nombre total des cas funestes, dans les 506 opérations, est de 70; ce qui correspond à la proportion de 1 sur 7 $\frac{1}{4}$. Il paraît aussi que la proportion des individus du sexe féminin qui ont été opérés est à celle des individus du sexe masculin à-peu-près comme 1 est à 17, et que la mortalité n'a été dans les enfans que de 1 sur 18; tandis que dans les adultes elle est de 4 sur 19, c'est-à-dire, à-peu-près quadruple.

Quant à la fréquence relative de la maladie à diverses époques dans le même hôpital, on ne peut rien conclure à ce sujet des observations qu'on y a recueillies jusqu'à ce jour.

(1) Sur ces 271 malades, 150 étaient âgés de 14 à 50 ans, et 121 de plus de 50.

Dans l'espace de quarante-quatre ans, le nombre des malades opérés de la pierre, dans l'hôpital de Norwich, a été de 506 sur 18859 malades de toute espèce qui y ont été admis. Cette proportion, qui revient à-peu-près à celle de 1 sur 38, excède à un degré étonnant celle obtenue dans les autres institutions publiques; et cependant il ne paraît pas que les malades y aient été attirés par l'habileté des opérateurs.

Chesselden, pendant vingt ans qu'il a été chirurgien de l'hôpital Saint-Thomas à Londres, savoir de 1718 à 1738, a fait deux cent treize fois l'opération de la taille, et il n'a perdu que 20 malades, c'est-à-dire, 1 sur $10\frac{1}{2}$. La proportion des personnes opérées de la pierre a été d'environ 1 sur 273 malades. Dans les dix dernières années, la proportion a été seulement de 1 sur 528.

A l'hôpital Saint-Bartholomé, la proportion moyenne des personnes affectées de la pierre, au nombre total des malades qui y ont été admis, a été de 1 à 340 pendant cinq années, savoir, de 1812 à 1816.

A l'hôpital de Guy, où, suivant le Dr Marcet, il règne en général beaucoup d'ordre, il n'a pu obtenir aucun résultat précis; mais, d'après plusieurs renseignemens, il croit pouvoir évaluer la proportion des cas de pierre à 1 sur 300 malades, et celle des morts à 1 sur $6\frac{2}{3}$.

Dans l'infirmerie royale d'Edimburg, la seule de cette ville qui soit ouverte aux pauvres pour des opérations chirurgicales, et dans laquelle il entre annuellement 2000 malades, le nombre des personnes atteintes de la pierre n'a été que de 2 par année.

Il a été observé, et les registres de l'hôpital de Norwich en donnent la preuve la plus frappante, que les

enfans sont souvent affectés de la pierre ; mais cela n'arrive que parmi les classes les plus pauvres ; les enfans des personnes aisées sont très-rarement atteints de cette maladie.

Sur le continent, les informations prises par le Dr Marcet lui ont procuré quelques faits intéressans. A l'hôpital de la Charité de Paris, où l'on reçoit annuellement de 2500 à 2600 malades, le nombre des cas de lithotomie est, suivant M. Roux, de 10 à 12, et celui des malades qui succombent à cette opération, de 1 sur 5 ou 6.

A l'Hôpital des enfans malades, où le nombre des individus des deux sexes admis par année s'élève à-peu-près à 3000, la proportion moyenne des cas de pierre est d'environ 6. Dans l'espace des sept dernières années, il n'y a eu que 3 enfans du sexe féminin atteints de la pierre, et on n'a eu en tout, pendant ce même espace de temps, que 2 enfans qui aient succombé à l'opération ; ce qui donnerait la proportion d'une mort sur un peu plus de vingt cas de pierre. Ces renseignemens sont dus au Dr Biett, un des médecins de l'hôpital Saint-Louis.

Suivant encore le Dr Biett, il y a un hôpital à Clermont-Ferrand où l'on reçoit chaque année 1200 hommes et 800 femmes. Dans les douze dernières années, on a opéré, terme moyen, 6 individus des deux sexes et de tout âge (1), et la proportion des opérations in-

(1) Avant la révolution, le nombre moyen des individus opérés de la pierre s'élevait à 10. On attribue cet effet à

fructueuses a été de 1 sur 6. Le nombre des individus du sexe masculin affectés de la pierre est, à celui des individus du sexe féminin, dans le rapport d'environ 1 à 12. A Rouen, sur 7300 malades de toute espèce reçus pendant les derniers dix-huit mois dans l'hôpital de cette ville, on en a opéré 12 de la pierre, et 10 ont recouvré la santé.

Sous les tropiques, les affections calculeuses sont presque inconnues. Le Dr Scott, qui a fait un très-long séjour dans l'Inde, et qui est bien connu comme habile observateur, dit n'avoir jamais observé aucun cas de calculs urinaires.

D'après les observations que le Dr Marcet a eu occasion de faire dans le cours de ses recherches, il pense pouvoir conclure que la lithotomie est devenue moins fréquente depuis quelques années dans les hôpitaux de Londres. Semblable remarque a été faite par M. Schultens dans une thèse publiée à Leyde en 1802. Ce dernier attribue cet effet à l'usage du thé, qui s'est répandu graduellement dans toutes les classes des habitans de la Hollande.

Tel est le petit nombre de résultats que le Dr Marcet a pu recueillir jusqu'à présent. Il a l'espoir que ce premier essai excitera à des recherches nouvelles, et sera un cadre où elles viendront se ranger graduellement. Les faits observés jusqu'à ce jour conduisent naturellement à soupçonner que la tendance à former des calculs urinaires dépend de causes générales, indépendantes

---

l'amélioration du sort des classes pauvres, et principalement de leur nourriture.

d'aucune des particularités dans la nourriture ou la boisson, auxquelles on attribue ordinairement la formation des calculs ; et puisque ces maladies sont très-rares dans les climats chauds, tandis que dans le nôtre elles sont très-communes, et attaquent particulièrement les personnes livrées à l'étude ou menant une vie sédentaire, on peut se demander si, parmi d'autres causes, il n'y a pas une relation intime entre l'état des fonctions cutanées et la plus ou moins grande fréquence de cette classe de maladies.

CHAPITRE III.

Des différentes espèces de calculs urinaires ; de leurs caractères extérieurs ; de leur nature chimique et de leur classification.

La méthode suivie, dit le Dr Marcet, par la plupart des écrivains sur les calculs urinaires, de les décrire et de les classer d'après le lieu où l'on supposait qu'ils s'étaient formés, ne peut plus être admise, aujourd'hui que l'on sait qu'on peut les trouver indistinctement dans toutes les voies urinaires. Ainsi, on a trouvé dans les reins l'acide urique, l'oxalate de chaux, le calcul fusible de phosphate de chaux et de phosphate de magnésie, l'oxide cystique, etc. Il est vrai cependant que, par la forme et l'apparence d'un calcul, on peut quelquefois juger du lieu où il s'est formé ; mais souvent cela est impossible, et ne conduit d'ailleurs à aucune conséquence importante. La seule méthode de classification que l'on puisse admettre doit être fondée sur leur nature chimique, qui est bien

connue aujourd'hui, et pour laquelle l'analyse chimique ne laisse rien à desirer.

Les substances qu'on a découvertes jusqu'à présent dans les calculs urinaires sont au nombre de cinq :

L'acide urique ;
Le phosphate de chaux ;
Le phosphate ammoniaco-magnésien ;
L'oxalate de chaux ;
L'oxide cystique ;

auxquelles on peut ajouter une proportion variable de matière animale, qui sert de ciment aux ingrédiens qui composent les calculs.

Il arrive rarement que chacune de ces substances existe seule et dans un état parfait de pureté dans les concrétions urinaires. Cependant quelques-unes d'entre elles dominent à un degré suffisant dans les calculs pour leur imprimer un caractère particulier ; et lorsque le mélange est tel qu'on n'y découvre aucune forme distinctive, je me sers de cette circonstance, à l'exemple du Dr. Henry, pour admettre une espèce additionnelle de concrétions urinaires.

Je distingue, d'après cela, neuf espèces de calculs :

Le calcul d'acide urique ;
Le calcul principalement formé de phosphate de chaux ;
Le calcul de phosphate ammoniaco-magnésien ;
Le calcul fusible, composé des deux précédens ;
Le calcul mural ou d'oxalate de chaux ;
Le calcul cystique ;
Le calcul *alternant*, composé de deux ou d'un plus

grand nombre de substances différentes disposées par couches alternantes ;

Le calcul *composé*, dont les ingrédiens sont si intimement mêlés qu'on ne peut les séparer sans l'analyse chimique ;

Le calcul de la glande *prostate* (1).

Je vais maintenant exposer les caractères chimiques de ces diverses espèces.

Calculs d'acide urique. C'est Schéele qui, le premier, a découvert qu'ils étaient formés par un acide particulier qu'on a désigné depuis long-temps par le nom d'*acide lithique*. Ils se présentent le plus ordinairement sous la forme de masses arrondies ou aplaties comme une amande, dont la grosseur varie depuis celle d'un œuf de pigeon jusqu'à celle d'un œuf de canard ; leur surface est unie, mais quelquefois légèrement tuberculée ; leur couleur est brunâtre, ressemblant un peu à celle du bois d'acajou. L'acide urique qui les forme se dissout faiblement dans l'eau (dans 1720 d'eau froide et dans 1150 d'eau bouillante) ; il s'en sépare par le refroidissement en petits grains jaunâtres (2). Il est insoluble

---

(1) A la rigueur, cette espèce de calcul ne peut être classée parmi les précédentes ; mais elle est si intimement liée avec les organes urinaires dans sa formation et les symptômes qu'elle occasione, que j'ai pensé qu'il était convenable de la comprendre dans cette classification.

(2) C'est la raison pour laquelle l'urine dépose si souvent de l'acide urique quelques heures après qu'elle a été rendue : cet effet, qui a rarement lieu lorsqu'on la mêle avec une certaine quantité d'eau, semble annoncer que l'urine ne con-

dans l'ammoniaque, les carbonates alcalins, l'acide muriatique et l'acide sulfurique; mais il se dissout facilement dans la potasse et la soude. Il se dissout aussi dans l'acide nitrique, et la dissolution, évaporée à siccité, prend une belle couleur pourpre.

Au chalumeau, il noircit, émet une odeur animale particulière, et s'évapore graduellement en laissant seulement une petite quantité de cendres blanches qui sont communément alcalines. Distillé, il donne pour produits un quart environ de son poids d'un sublimé jaune qui, suivant le Dr Henry, contient un acide particulier combiné avec l'ammoniaque; quelques gouttes d'une huile épaisse, du carbonate d'ammoniaque, de l'acide hydrocyanique, de l'eau et de l'acide carbonique; et il reste environ un sixième de charbon dans la retorte.

Calculs de phosphate de chaux. Bergmann, et, après lui, le Dr Pearson, avaient reconnu que le phosphate de chaux se rencontrait fréquemment dans les calculs urinaires; mais c'est le Dr Wollaston qui, ayant trouvé des concrétions entièrement formées de phosphate de chaux, en a fait une espèce particulière. (*Trans. phil.* 1797.) La surface de ces calculs est généralement d'un brun pâle; elle est tellement unie qu'elle paraît polie. Lorsqu'on les scie en travers, on les trouve formés de lames très-régulières, adhérant très-peu entre elles, et se sépa-

---

tient pas assez d'eau pour dissoudre tout l'acide urique qui a été formé dans les reins, et qu'il conviendrait, lorsque cet acide se dépose en trop grande quantité, de prendre plus de boisson, en évitant les liquides qui excitent la transpiration. (R.)

rant facilement en croûtes concentriques. Quelquefois chaque lame est striée dans une direction perpendiculaire à sa surface, comme si elle était formée par l'assemblage de fibres cristallines.

Ces calculs, après avoir été pulvérisés, se dissolvent sans difficulté dans les acides nitrique et muriatique; ils ne sont point attaqués par les alcalis. Exposés au chalumeau, ils noircissent d'abord à cause de la matière animale qu'ils contiennent; mais bientôt ils redeviennent parfaitement blancs, et résistent alors à l'action du chalumeau.

Calculs de phosphate ammoniaco-magnésien. C'est encore au Dr Wollaston que l'on doit la découverte de ce sel comme partie constituante des concrétions urinaires (*Phil Trans.* 1797) (1). On n'a peut-être jamais rencontré de masses calculeuses exclusivement composées de phosphate ammoniaco-magnésien; mais on en trouve fréquemment dans lesquelles il domine. On le voit aussi très-souvent sous la forme de petits cristaux éclatans disséminés sur la surface ou entre les interstices des autres lames calculeuses. Exposé au chalumeau, il donne une odeur ammoniacale, se change en phosphate de magnésie, et éprouve finalement une fusion imparfaite si on augmente beaucoup l'intensité de la chaleur.

La meilleure manière d'obtenir cette substance pour l'examiner chimiquement, est de recueillir le sable cristallin blanc qui se dépose dans l'urine des personnes chez lesquelles les phosphates terreux sont en excès.

---

(1) Fourcroy et M. Vauquelin, quelques années auparavant, avaient trouvé ce calcul dans les intestins d'animaux.

La forme des cristaux, suivant le Dr Wollaston, est un prisme court, trilatéral, ayant un angle droit et les deux autres égaux, et terminé par une pyramide à trois ou à six faces. Ils sont à peine solubles dans l'eau ; mais ils se dissolvent facilement dans la plupart des acides. Les alcalis en dégagent l'ammoniaque, et si on les chauffe avec de l'acide muriatique, il se sublime du sel ammoniac.

Calcul fusible. Cette concrétion, qui est la plus abondante après le calcul urique, fut reconnue par Tennant comme différente de celle décrite par Schéele ; il trouva en effet qu'au lieu de se consumer presque entièrement au chalumeau, la plus grande partie se fondait en un globule vitreux blanc. On ne savait rien de plus sur sa nature lorsque le Dr Wollaston en fit l'examen et découvrit sa composition. (*Trans. phil.* 1797.)

Le calcul fusible est communément plus blanc et plus friable qu'aucune autre espèce. Il ressemble quelquefois à une masse de craie, et se sépare aisément en couches ou lames, dont les interstices sont souvent garnis de cristaux éclatans de phosphate ammoniaco-magnésien. D'autres fois il se présente sous la forme d'une masse spongieuse blanche très-friable, qui ne laisse point apercevoir de structure lamelleuse. Les calculs de cette espèce acquièrent souvent une grosseur considérable. Sir James Earle en a extrait un, après la mort, de la vessie d'un individu qui avait été taillé sans succès, dont le poids était de 3 livres 4 onces. (*Trans. phil.* 1809.)

Le calcul fusible est un mélange variable de phosphate ammoniaco-magnésien et de phosphate de chaux. Ces deux sels, qui, séparément, sont infusibles ou à-peu-

près, se fondent facilement au chalumeau en un globule vitreux quand ils sont réunis. On obtient un résultat semblable avec un mélange convenable de ces deux sels fait artificiellement. Le calcul fusible se dissout avec facilité dans les acides nitrique et muriatique. Pour l'analyser, on le traite par l'acide acétique, après l'avoir réduit en poudre très-fine. Le phosphate triple est très-promptement dissous, tandis que le phosphate de chaux est à peine attaqué. L'acide muriatique dissout ensuite ce dernier, et laisse un petit résidu d'acide urique qui est toujours mêlé avec le calcul fusible. Ce résidu est ordinairement petit; mais quelquefois il est si considérable qu'il donne au calcul un caractère équivoque. En saturant la dissolution acétique par le carbonate d'ammoniaque, on obtient le phosphate triple; et en ajoutant de l'oxalate d'ammoniaque à la dissolution muriatique, on obtient la chaux. Quant à l'acide phosphorique qui était combiné avec cette base, et qui l'est maintenant avec l'ammoniaque, on démontre sa présence en ajoutant à la liqueur du muriate de magnésie; car il se forme aussitôt du phosphate triple. Ce dernier sel a cela de particulier que si, pendant qu'il se forme, on raie les parois du vase avec un tube de verre ou un instrument pointu, les cristaux sont plus disposés à se former sur les raies qu'on a faites que par-tout ailleurs.

Calcul mural ou d'oxalate de chaux. C'est au Dr Wollaston qu'est due la connaissance de sa nature. Il est composé d'oxalate de chaux ordinairement uni avec un peu d'acide urique et de phosphate de chaux. On en sépare l'acide urique par la potasse, et le phosphate de chaux par l'acide phosphorique. Le résidu, traité par

l'acide sulfurique, donne du sulfate de chaux et de l'acide oxalique. On peut aussi le décomposer, comme l'ont fait Fourcroy et M. Vauquelin, en le traitant par le carbonate de potasse. Soumis à une chaleur rouge, le calcul mural se décompose, l'acide oxalique se détruit ou se volatilise, et la chaux reste à l'état caustique.

Quoique ce calcul ait souvent sa surface inégale comme celles des mûres, et une couleur brune, on en rencontre quelquefois qui sont unis d'une manière remarquable et faiblement colorés, comme la surface de la graine du chanvre. Il est à remarquer que j'ai rencontré trois espèces de calculs muraux ayant une apparence cristalline distincte; ils étaient tous d'un brun pâle, et au premier abord on eût pu croire que les cristaux dont leur surface étaient composée avaient la forme de plaques carrées; mais après un examen plus attentif, le Dr Wollaston les reconnut pour des octaèdres très-aplatis : aucun d'eux n'excédait la grosseur d'un poids.

Calcul d'oxide cystique. On en doit encore la découverte au Dr Wollaston (*Trans. phil.* 1810). Dans son apparence extérieure, il ressemble plus au phosphate ammoniaco-magnésien qu'à aucune autre espèce de calculs; mais il est plus compacte, n'est point composé de lames distinctes, et paraît comme une masse confusément cristallisée; il a une demi-transparence, une couleur jaunâtre et un éclat particulier. Au chalumeau, il donne une odeur fétide entièrement différente de celle que donne l'acide urique dans les mêmes circonstances. Le résidu charbonneux qu'il laisse à la distillation est aussi moins considérable que celui que fournit l'acide urique.

Il a pour caractères distinctifs de se dissoudre abondamment dans les acides muriatique, nitrique, sulfurique, phosphorique et oxalique; dans la potasse, la soude, l'ammoniaque, l'eau de chaux, et même dans les carbonates neutres de potasse et de soude; mais il est presque insoluble dans l'eau, l'alcool, les acides acétique, tartrique et citrique, ainsi que dans le carbonate neutre d'ammoniaque. Ses combinaisons avec les acides cristallisent en fines aiguilles partant d'un centre et très-solubles dans l'eau : celles qu'il forme avec les alcalis sont en petits cristaux granulaires.

Les premiers calculs de cette espèce examinés par le Dr Wollaston avaient été trouvés dans la vessie, et c'est de cette circonstance qu'est tirée l'épithète *cystique* qui leur a été donnée. Mais trois calculs que j'ai eu occasion d'examiner avaient tous une origine rénale, et quant à ceux, à-peu-près en égal nombre, qu'on a trouvés dans la vessie, il n'y a aucune preuve qu'ils n'aient eu leur origine dans les reins. Je dois remarquer que toutes les espèces que j'ai vues, de cinq personnes différentes, étaient remarquablement pures et dégagées de tout autre ingrédient.

Calculs composés en couches distinctes. Il arrive fréquemment que les concrétions urinaires sont formées de substances différentes disposées en couches autour d'un noyau commun. Ainsi l'acide urique alterne très-souvent avec l'oxalate de chaux ou avec le phosphate. Quelquefois aussi l'oxalate de chaux alterne avec les phosphates, et, dans quelques cas, on rencontre dans la même pierre trois et même quatre espèces de calculs disposés en lames distinctes concentriques.

Au premier abord, cette circonstance semble opposer de grandes difficultés dans le traitement des affections calculeuses, d'après des principes chimiques; mais, d'un autre côté, il est un peu encourageant d'observer que puisque des variations accidentelles dans l'état du corps peuvent produire un changement total dans la nature des sécrétions urinaires, il est de toute probabilité que la médecine peut aussi effectuer de pareils changemens, et qu'il n'est point déraisonnable d'espérer que dans quelque temps on aura acquis de grandes connaissances sur ces sécrétions morbides.

Calculs composés ayant leurs ingrédiens intimement mêlés. Il est peu de calculs qui ne soient composés de plusieurs ingrédiens différens; mais ils le sont d'une manière distincte, et je propose de réserver cette dénomination pour toutes les concrétions qui ne peuvent être rapportées à aucune des espèces précédentes, et qui renferment plusieurs substances disposées très-confusément.

Calculs de la glande prostate. Ces concrétions, qui se rencontrent assez fréquemment, et dont les symptômes sont souvent pris pour ceux de calculs dans la vessie, ressemblent aux concrétions d'acide urique (1). Leur grosseur varie entre celle d'une tête d'épingle et celle d'une noisette; leur couleur est le brun jaunâtre. Le Dr Wollaston est le premier qui ait reconnu qu'elles

---

(1) Quelquefois aussi les calculs d'acide urique sont pris pour ceux de la glande prostate. Le Dr Marcet rappelle à cette occasion le cas d'un ministre étranger qui, ayant rendu de petites concrétions brunes, fut traité, mais sans succès,

sont composées de phosphate neutre de chaux sans stratification distincte. (*Trans. phil.* 1797.)

Quant à l'urate d'ammoniaque admis par Fourcroy au nombre des concrétions urinaires, je ne l'admets point dans la classification que je viens de donner, parce que ni le Dr Wollaston ni M. Brande n'ont pu s'assurer de son existence, et que je l'ai cherché en vain dans les diverses collections que j'ai examinées. Que cependant l'urate d'ammoniaque est quelquefois sécrété par les animaux, c'est ce que j'ai eu dernièrement occasion d'observer dans les excrémens ou plutôt l'urine du serpent connu sous le nom de *boa constrictor*. Je suis donc très-éloigné de nier que l'urate d'ammoniaque ne puisse exister parmi les calculs de l'homme; mais je ne suis point satisfait, je l'avoue, des caractères distinctifs qu'on a attribués à cette substance, d'autant plus que les calculs d'acide urique contiennent souvent de l'urée et du phosphate triple qui peuvent avoir donné naissance aux résultats desquels on a conclu l'existence de l'urate d'ammoniaque (1).

---

comme si elles avaient eu leur siége dans la glande prostate. Ayant été invité à les examiner, il reconnut qu'elles étaient composées d'acide urique pur. Le traitement fut aussitôt changé, et les douleurs disparurent bientôt entièrement.

(1) Le Dr Marcet, en faisant l'historique des calculs urinaires, s'est attaché à revendiquer, pour son illustre compatriote le Dr Wollaston, plusieurs découvertes que Fourcroy et M. Vauquelin avaient faites de leur côté, sans connaître celles du savant anglais. Comme l'opinion des chimistes est

CHAPITRE IV.

Histoire de deux calculs qui ne peuvent être rapportés à aucune des espèces décrites jusqu'à présent.

L'UN de ces calculs m'a été remis, il y a peu d'années, par mon collègue le Dr Babington, qui l'avait reçu d'un de ses malades et qui desirait connaître sa nature. Malheureusement il avait perdu de vue les circonstances relatives à ce calcul.

Sa forme était celle d'un sphéroïde allongé, et son poids s'élevait seulement à environ 8 grains.

Sa texture est compacte, dure et lamelleuse; sa surface unie. Il est d'une couleur de cannelle rougeâtre, qui est beaucoup exaltée en ajoutant de l'alcali caustique au calcul en poudre. Exposé au chalumeau, il pétille, se fend en petites pièces, devient noir, et se consume entièrement en laissant seulement une très-petite quantité de cendre blanche. L'odeur qu'il exhale est celle d'une substance animale; mais elle ne ressemble ni à celle de l'acide urique ni à celle de l'acide cystique. Distillé, il donne, en général, les produits des matières animales.

Lorsqu'on le réduit en poudre très-fine en le raclant, il se dissout presque en entier dans l'eau bouillante; la dissolution rougit légèrement le papier de tournesol, et, par le refroidissement, elle se couvre d'une membrane

---

bien fixée à cet égard, nous avons cru inutile d'entrer dans de plus grands détails que ceux que nous avons donnés à l'article de chaque calcul. (R.)

floconneuse blanche qui finit par former une incrustation de la même couleur.

La potasse le dissout très-promptement ; on peut l'en précipiter par l'acide acétique, pourvu qu'on ne l'ajoute pas en grand excès : il est aussi soluble dans l'ammoniaque et dans les alcalis sous-carbonatés. Les acides minéraux le dissolvent, mais pas si promptement à beaucoup près que les alcalis; de sorte qu'on peut douter si ces acides agissent sur lui autrement que par l'eau qu'ils contiennent. Les résidus de sa dissolution dans les acides sulfurique et muriatique sont blancs, et ne paraissent pas formés de cristaux réguliers. L'acide sulfurique concentré ne noircit pas ce calcul.

Lorsqu'on évapore à sec la dissolution de la nouvelle substance dans l'acide nitrique, le résidu prend une couleur éclatante de citron. Ce résidu se dissout en partie dans l'eau et lui communique sa couleur : les acides la font disparaître; mais si l'on ajoute de la potasse à la substance jaune, elle devient d'un rouge plus ou moins intense, suivant le degré de la dissolution, et par l'évaporation cette couleur se change en un cramoisi brillant qui disparaît par l'addition de l'eau, et la couleur jaune se reproduit et reste parfaitement transparente.

La nouvelle substance est insoluble dans l'alcool, l'éther, et à-peu-près dans l'acide oxalique, le carbonate saturé de potasse et celui d'ammoniaque; elle n'est que très-peu soluble dans l'acide acétique.

On la distingue de l'acide urique par sa plus grande solubilité dans l'eau, par la couleur jaune de citron qu'elle donne avec l'acide nitrique, et par l'odeur qu'elle donne en brûlant.

Il est aussi facile de la distinguer de l'oxide cystique ; car le dernier donne un résidu blanc en évaporant sa solution nitrique ; il a de plus une odeur particulière lorsqu'on le brûle, et n'est point formé de lames ; il est d'ailleurs un peu plus soluble dans les alcalis et beaucoup plus soluble dans les acides que la nouvelle substance. Mais s'il pouvait rester quelque doute sur sa nature particulière, j'ajouterais que le Dr Wollaston et le Dr Prout, qui ont examiné ses principales propriétés, sont convaincus qu'elle n'appartient à aucune des espèces de calculs décrites jusqu'à ce jour. D'après la propriété qu'a ce calcul de donner un composé de couleur jaune avec l'acide nitrique, je propose de l'appeler *calcul xanthique*, de ξανθος, *jaune*.

L'autre calcul, qui n'a pas encore été décrit, m'a été envoyé par M. Astley Cooper, en me demandant s'il était formé d'acide urique ou d'oxide cystique. D'après l'examen que j'en ai fait, je lui ai reconnu les propriétés suivantes :

Sa grandeur était celle d'un gros pois ; il avait une couleur d'un brun jaunâtre ressemblant un peu à celle de la cire d'abeilles. Sa surface était inégale, mais non rude au toucher ; sa texture était plutôt fibreuse que stratifiée, et les fibres semblaient partir d'un centre ; il était un peu élastique.

Exposé à la flamme de la lampe à esprit-de-vin, il a pris feu, s'est gonflé, a noirci, et a laissé finalement une masse carbonacée spongieuse. L'odeur qu'il a exhalée en brûlant n'était point celle des calculs urique, cystique ou xanthique.

Il était insoluble dans l'eau et l'acide muriatique ; mais lorsqu'on le faisait bouillir avec de l'alcali caustique, il formait une solution savonneuse d'où il était précipité par l'acide muriatique.

L'acide nitrique le dissout, mais moins rapidement que le calcul urique et le calcul cystique ; et la dissolution, évaporée à siccité, n'a produit aucune couleur rouge ou jaune.

Lorsqu'on l'a fait bouillir dans de l'acide acétique très-faible, il s'est d'abord considérablement gonflé ; mais à la fin il s'est entièrement dissous, et en ajoutant du prussiate de potasse à cette solution, il s'est formé un précipité jaune (1).

Toutes ces propriétés correspondent exactement à celles de la fibrine ; et par conséquent si la fréquence de concrétions semblables obligeait à leur donner un nom, je pense que celui de *calculs fibrineux* leur serait très-convenable.

La personne qui a rendu ce calcul était âgée de cinquante à cinquante-cinq ans : elle n'a jamais éprouvé aucune douleur dans les reins ni dans les uretères, et les symptômes semblent annoncer que c'est dans la vessie que le calcul s'est formé. Elle en a rendu trois autres semblables à celui qui vient d'être décrit.

---

(1) C'est à M. Berzelius que l'on doit ce caractère important de la fibrine.

CHAPITRE V.

De la fréquence comparative des différentes espèces de calculs urinaires.

Quoique cette question ne semble conduire à aucune conséquence immédiate pour la pratique, elle présente néanmoins beaucoup d'intérêt. Il faudrait, pour la résoudre, savoir distinguer les diverses espèces de calculs composés qui souvent sont mal définies, et on ne peut se flatter d'y parvenir que par des analyses nombreuses et exactes qui probablement ne seront faites de longtemps; mais en se contentant d'approximations dans notre classification, on peut encore parvenir à des résultats intéressans. Des 506 calculs qui composent la précieuse collection de Norwich, je n'ai pu en examiner chimiquement que 181, choisis à dessein parmi ceux de diverses époques. Le tableau suivant renferme les résultats qu'ils m'ont offerts, avec le nombre de morts appartenant à chaque espèce.

Espèces de calculs.	Leur nombre.	Morts.	Proportion des cas funestes
Calculs d'acide urique bien définis	66	9	1 à 7 $\frac{1}{3}$
Calculs composés de phosphate de chaux ou pur, ou alternant avec du phosphate triple	4	»	»
Calculs fusibles souvent mêlés de phosphate triple	49	8	1 à 6 $\frac{1}{8}$
Calculs muraux	41	2	1 à 20 $\frac{1}{2}$
Calculs formés de couches distinctes, alternantes, savoir :			
Calcul urique et mural, 15 Calcul mural et triple, 1 Calcul fusible et urique, 1 Calcul fusible et mural, 2	19	6	1 à 3 $\frac{1}{6}$
Calculs mélangés d'une manière indefinie	2	»	»
Total	181	25	1 à 7 $\frac{1}{4}$

La collection des calculs de l'hôpital de Guy, que j'ai examinée plus à loisir et avec plus de soin que la précédente, donne les résultats suivans :

Calculs d'acide urique, renfermant six calculs décrépitans formés d'acide urique, mêlé avec une petite portion d'oxalate de chaux.....		22
Calculs de phosphate de chaux à-peu-près pur.....		3
Calculs de phosphate triple.....		2
Calculs fusibles.....		24
Calculs muraux.....		22
Calculs composés en couches distinctes	6	13
——————— sans couches.....	7	
Calculs d'oxide cystique.....		1
		87

CHAPITRE VII (1).

De quelques autres espèces de concrétions animales n'appartenant pas aux passages urinaires, soit dans l'homme, soit dans d'autres animaux.

Comme les hommes de l'art sont quelquefois appelés à donner leur opinion sur la nature de diverses concrétions animales qui ne se sont point formées dans les passages urinaires, et que d'ailleurs il peut s'élever des

(1) Le chapitre VI traite de l'analyse des calculs urinaires et des moyens de les distinguer ; mais comme le chapitre V renferme tout ce que l'auteur dit de nouveau sur cet objet, nous avons cru devoir le supprimer.

doutes sur leur origine, qu'il est facile, dans plusieurs cas, de découvrir par un examen chimique, quelques observations sur cet objet ne seront point inutiles.

Les petites concrétions qui se trouvent si communément dans la glande pinéale, et celles qu'on rencontre quelquefois dans le pancréas, les glandes salivaires, les glandes mésentériques, la rate, l'utérus et les poumons, ont été reconnues pour du phosphate de chaux combiné avec une proportion variable de matière animale. Cependant on a observé quelquefois que les concrétions pulmonaires contiennent aussi du carbonate de chaux, et j'en ai moi-même vu un exemple. J'ai aussi une portion des poumons d'un nègre qui m'a été donnée par le Dr Wollaston, sur la surface de laquelle il y a une incrustation blanche de phosphate ammoniaco-magnésien. Le tartre des dents est du phosphate de chaux avec un peu de matière animale.

Quoique les concrétions intestinales soient très-fréquentes dans le canal alimentaire des quadrupèdes, principalement dans le colon, elles sont comparativement très-rares dans les intestins de l'homme, où elles ne paraissent point former aucune espèce particulière, mais dépendre plutôt de circonstances accidentelles. Le calcul le plus remarquable de cette espèce que j'aie jamais vu avait été trouvé dans le rectum d'un enfant né avec un anus imperforé, et dans lequel il paraissait y avoir une communication entre le rectum et la vessie. Ce calcul, de la grosseur d'une noix, était blanc dans l'intérieur, léger, spongieux, très-friable, sans couches distinctes. Il était principalement formé de calcul fusible avec des

cristaux brillans de phosphate triple répandus dans toute sa masse.

Il y a quelques années, M. Brande a décrit des concrétions intestinales entièrement composées de carbonate de magnésie ; mais l'individu chez lequel on les a trouvées faisait par goût un usage journalier de la magnésie, qui, au moyen d'un peu de mucus, s'était consolidée en masses d'une grosseur considérable.

J'ai rencontré plusieurs fois, depuis six à sept ans, des concrétions intestinales humaines de nature caséeuse, dont la plus grosse avait un pouce et demi de circonférence. Leur surface était unie et onctueuse comme de la cire, et leur couleur jaunâtre ; elles se laissaient briser facilement ; leur odeur était désagréable et ressemblait à celle du fromage trop fait. Ces concrétions se dissolvaient en partie dans l'alcool, la potasse et l'huile de térébenthine. Après tout, elles m'ont paru, ainsi qu'au Dr Wollaston, être de nature caséeuse. Quelque temps après, le Dr Wollaston a eu occasion d'examiner des concrétions semblables qui avaient été rendues par un malade pendant qu'il était au régime du lait.

J'ai aussi examiné une autre espèce singulière de concrétions intestinales qui paraît commune en Ecosse. Elle était couverte d'une mince couche terreuse unie; mais étant coupée pour l'ouvrir, elle présentait une substance veloutée, compacte et brunâtre, alternant avec des couches minces concentriques de la substance blanche terreuse. Ces couches étaient de la même nature que le calcul fusible ; mais la substance veloutée résistait à l'action des agens chimiques, et lorsqu'on l'exposait au chalumeau elle brûlait avec une odeur de paille. Un

examen attentif de cette substance a fait reconnaître au Dr Wollaston qu'elle était formée par de petites aiguilles ou fibres formant une petite brosse, qu'on voit implantées à l'une des extrémités de la semence de l'avoine lorsqu'on l'a dépouillée de sa balle ou enveloppe. Les basses classes du peuple mangent en effet, dans plusieurs parties de l'Ecosse et dans quelques districts du Lancashire, du pain d'avoine.

Les calculs qu'on trouve dans les intestins des quadrupèdes sont généralement composés, d'après Fourcroy et M. Vauquelin, de phosphate ammoniaco-magnésien, le plus souvent seul, mais quelquefois combiné avec du phosphate de chaux. Tous ceux que j'ai eu occasion d'examiner étaient entièrement formés de phosphate triple dans un état très-compacte. Dans un gros calcul trouvé dans les intestins d'un rhinocéros, et qui m'a été donné par le Dr Wollaston, le phosphate triple est disposé en couches autour d'une noisette, alternant avec des lames minces de phosphate de chaux. Sa fracture, à travers son centre, montre une structure à la fois radiée et lamelleuse.

Les concrétions urinaires que l'on rencontre fréquemment dans la vessie et les reins de divers quadrupèdes diffèrent généralement de celles de l'homme, en ce qu'elles ne contiennent point d'acide urique, et qu'elles consistent principalement en carbonate et en phosphate de chaux, réunis par une matière animale. Fourcroy et M. Vauquelin en ont trouvé de cette espèce dans la vessie du cheval, du cochon, du lapin et du bœuf. M. Brande en a examiné de tout-à-fait semblables trouvées dans les reins d'un cheval et d'un mouton. Le Dr Pearson ainsi

que M. Brande ont trouvé des calculs de la vessie du cheval composés des deux phosphates avec un peu de carbonate de chaux et de matière animale. On rencontre assez fréquemment dans la vessie du bœuf des petits calculs que M. Brande a reconnus pour du carbonate de chaux et une matière animale. Il a aussi analysé un calcul de la vessie d'un chien qui était de l'espèce fusible. Un autre calcul, également de la vessie d'un chien, était entièrement formé de carbonate de chaux et de matière animale. Les concrétions qu'on trouve dans la vessie du rat sont formées, d'après Fourcroy et M. Vauquelin, de phosphates terreux.

Le Dr Prout a reconnu que les excrémens du *boa constrictor* contenaient de l'urate d'ammoniaque au-delà des neuf dixièmes de leur poids. Ces excrémens, qui ne sont réellement que de l'urine concrète (quoique rendus en même temps que les autres matières des intestins, comme dans les oiseaux), sont sous la forme de fragmens blancs, crayeux, friables, qui d'abord ont la consistance d'une pâte épaisse, mais qui acquièrent bientôt de la dureté et de la friabilité. J'en ai examiné un échantillon avec le Dr Wollaston, et nous avons trouvé, comme le Dr Prout l'avait avancé, qu'il était effectivement composé d'urate d'ammoniaque, substance dont j'étais d'abord disposé à nier l'existence, parce que je persiste à penser qu'il est très-douteux qu'on l'ait trouvée dans les calculs urinaires.

Je ne dois pas oublier de faire ici mention des concrétions semblables à de la craie qu'on trouve dans les articulations des personnes qui ont été long-temps sujettes à la goutte, et que le Dr Wollaston a reconnues pour de

l'urate de soude (1). Cette substance est blanche, douce et friable; elle est à peine soluble dans l'eau bouillante; mais elle se dissout promptement dans la potasse caustique. On sépare facilement la soude de l'acide urique au moyen de l'acide sulfurique ou muriatique.

Dans ces derniers temps, j'ai analysé un calcul biliaire entièrement différent dans sa nature de ceux qui ont été décrits jusqu'à présent (2). Il n'est composé que de carbonate de chaux teint par de la bile. Il était plus pesant que l'eau, et avait $2\frac{5}{8}$ pouces en longueur et $2\frac{1}{4}$ dans sa plus grande circonférence. Cette production extraordinaire avait été trouvée dans la vésicule du fiel d'un homme par M. Green, démonstrateur d'anatomie à l'hôpital Saint-Thomas.

CHAPITRE VIII.

Du traitement médical des maladies calculeuses, et des principes chimiques et physiologiques qui y ont rapport.

Avant d'entrer dans ce sujet, je crois nécessaire de prévenir qu'en essayant d'appliquer des principes chimiques à cette branche de la médecine-pratique, on ne doit point raisonnablement s'attendre que des calculs

---

(1) *Trans. phil.* de 1797.

(2) Cet article est le moins complet de tout l'ouvrage. L'auteur paraît ignorer les recherches de M. Thenard, premier volume des *Mémoires d'Arcueil;* et celles de M. Chevreul, qui sont consignées dans ce Journal.

logés dans les organes urinaires, et déjà trop volumineux pour être rendus par les passages naturels, puissent être dissous par aucun mode de traitement intérieur. Le seul secours que l'on puisse espérer de la médecine dans cette maladie est ou de prévenir l'accroissement des calculs déjà formés, ou, ce qui est plus important, de prémunir la constitution de ceux qui sont sujets aux concrétions calculeuses contre la disposition particulière qui peut y donner lieu ; mais quoiqu'on ne puisse pas agir matériellement sur de grosses concrétions par des remèdes, à cause de la résistance qu'oppose leur cohésion, il y a certainement des cas dans lesquels on peut agir sur de petits calculs, émousser leurs bords et leurs angles, et faciliter leur sortie par l'urètre. Au demeurant, puisque, dans l'attente de faire disparaître des calculs, on a à lutter contre des corps inorganisés qui, quoique contenus dans des parties vivantes, n'obéissent point aux lois du principe vivifiant, on doit convenir qu'à moins de secours chirurgicaux, c'est en grande partie sur des principes chimiques que nos vues de traitement doivent être fondées.

Ces principes reposent eux-mêmes sur la nature de quelques substances que l'urine humaine contient en dissolution, et qui, en se précipitant dans les voies urinaires, sont souvent la cause des calculs. Ces substances sont le phosphate de chaux, le phosphate de magnésie et l'acide urique. Les deux sels terreux sont tenus en dissolution principalement par l'acide phosphorique ; mais aussi en partie par l'acide lactique, comme M. Berzelius l'a montré.

D'après cela, si l'on verse un alcali, de l'ammoniaque,

par exemple, dans de l'urine fraîche, il se formera un sédiment de phosphate de chaux, avec un peu de phosphate ammoniaco-magnésien, dans la proportion d'environ 2 grains pour 4 onces d'urine. Si, au contraire, on ajoute à l'urine quelques gouttes d'un acide quelconque, et qu'on laisse le mélange en repos pendant un ou deux jours, il se déposera sur les parois du vase des petits cristaux rougeâtres d'acide urique. C'est de ces deux faits généraux que dépendent en dernier résultat nos principes de traitement chimique.

Mais avant d'adopter ces principes, on doit se demander d'abord si les acides et les alcalis peuvent parvenir aux voies urinaires par le moyen de la circulation. Par rapport aux alcalis, la question a été décidée depuis long-temps par les autorités les plus respectables, et les praticiens d'aujourd'hui doivent avoir eu l'occasion de remarquer qu'un long usage de remèdes alcalins, non-seulement prive l'urine de son acidité naturelle, mais qu'ils la rendent décidément alcaline, et même capable, d'après l'évêque de Landaff, de dissoudre l'acide urique. M. Brande a montré que cette alcalescence de l'urine se manifeste quelques minutes après qu'on a pris les alcalis, soit à l'état caustique, soit à l'état carbonaté (1).

Quant aux acides, il n'est pas aussi facile de s'assurer s'ils peuvent être portés dans les voies urinaires par la circulation, l'urine étant elle-même naturellement acide, et contenant à la fois de l'acide sulfurique et de l'acide muriatique, qui sont ceux que l'on emploie ordinai-

---

(1) *Trans. phil.* 1810, p. 143.

rement comme remèdes. Cependant il a été avancé par quelques chimistes, et en particulier par M. Brande, que des acides pris dans l'estomac peuvent être portés dans la vessie (1) : ce chimiste a surtout essayé de le prouver pour l'acide carbonique (2). Malheureusement, lors même que les alcalis et les acides pourraient être portés dans les voies urinaires, la quantité qui y parvient en est si petite qu'on ne peut en attendre aucun effet sensible sur de gros calculs déjà existans, quelque prolongé qu'en soit l'usage. Mais, d'une autre part, il existe assez de faits pour prouver que, dans plusieurs cas, l'on peut réprimer la diathèse dominante, et même quelquefois produire un dépôt calculeux dépendant d'un état opposé du système, changement dont j'ai été témoin moi-même plusieurs fois; et lors même qu'il ne parviendrait aucun atome d'alcali ou d'acide dans les voies urinaires, il ne serait point déraisonnable d'admettre que ces remèdes peuvent respectivement produire les effets qu'on en attend pendant la première époque de l'assimilation; dans un cas, en neutralisant quelque excès morbide d'acide dans les premières voies, et dans l'autre en arrêtant une tendance à l'alcalescence, ou en troublant de toute autre manière les affinités qui, dans la marche subséquente de l'assimilation et de la sécrétion, donnent lieu aux affections calculeuses.

Quant au mode d'administrer ces remèdes acides ou alcalins, il ne présente aucune difficulté. Les acides se prennent en petite quantité dans leur état naturel, sans

---

(1) *Trans. phil.* 1808, p. 242.

(2) *Idem.* 1810, p. 146.

qu'il en résulte aucun inconvénient pour les malades : de 5 à 25 gouttes d'acide muriatique concentré prises deux à trois fois le jour, dans une quantité d'eau suffisante, sont les doses dans lesquelles j'ai ordinairement administré ce remède.

La manière la plus avantageuse de prendre les alcalis est sous la forme de cette boisson artificielle si connue sous le nom d'*eau de soude* (soda-water), dans laquelle l'alcali étant sur-saturé d'acide carbonique au moyen d'une forte pression mécanique, perd son goût caustique et désagréable, de manière qu'un grand verre de cette eau (*tumbler-glass*), contenant de un demi à un dragme d'alcali carbonaté, est une boisson agréable, dans laquelle la causticité de l'alcali est entièrement détruite. On peut cependant aussi faire usage du carbonate de soude ordinaire, à la dose de 5 à 30 grains. Suivant sir Gilbert Blane (1), même le citrate de soude, pris sous forme de boisson, prive l'urine de ses propriétés acides. Il pense que les organes de l'assimilation ont le pouvoir de décomposer ce sel et de retenir seulement la base alcaline.

On avait supposé depuis long-temps que l'acide carbonique libre pouvait être porté dans la vessie par la circulation ; et M. Brande, en administrant de l'eau chargée d'acide carbonique à un malade sujet à rendre avec son urine un sable blanc formé par des phosphates terreux, a observé que le dépôt n'avait plus lieu pendant que l'usage de ce remède n'était point interrompu, et qu'il reparaissait aussitôt qu'on abandonnait l'eau acidulée. M. Brande assure même que l'urine des personnes qui

(1) *Medical and chirurgical Trans.* III. 339.

boivent des eaux imprégnées d'acide carbonique contient une quantité surabondante d'acide carbonique, que l'on peut séparer de l'urine par la machine pneumatique ; mais les résultats que j'ai obtenus de mon côté rendent pour moi cette assertion très-peu probable.

L'usage que l'on fait depuis quelque temps de la magnésie au lieu des alcalis, dans les affections calculeuses, et qui a été indiqué par sir Everard Home et par M. Hatchett, est une acquisition précieuse pour le traitement de ces maladies. Elle agit beaucoup moins sur l'estomac, et cependant elle détruit l'acidité dans les organes digestifs (inconvénient qui accompagne généralement la diathèse calculeuse). Mais s'il était nécessaire de donner à l'urine des propriétés alcalines, la soude ou la potasse carbonatée serait préférable à la magnésie, qui, d'ailleurs, étant un des élémens du phosphate ammoniaco-magnésien, pourrait donner lieu à la formation des calculs dont ce sel est la base.

L'action des remèdes alcalins ne se borne pas à des effets chimiques ; ils diminuent l'irritation de la vessie, et provoquent l'écoulement de l'urine, lors même que, par la nature des concrétions, ils n'agiraient point comme dissolvans. Dans ces cas, l'addition de l'opium à l'alcali produit les meilleurs effets, comme l'a fait voir sir G. Blane.

Il est nécessaire de remarquer que la présence des calculs dans les voies urinaires, et même la simple tendance à sécréter la matière des calculs, est toujours suivie de la sécrétion d'un mucus visqueux par les parois de la vessie, qui favorise beaucoup leur formation. Malheureusement l'usage des alcalis tend à augmenter cet

inconvénient, en précipitant de l'urine le mucus qui était tenu en dissolution à la faveur de l'excès d'acide phosphorique. L'acide muriatique, au contraire, délayé convenablement, a quelquefois, à un degré remarquable, la propriété d'arrêter la sécrétion muqueuse; mais aussi il est sujet à augmenter l'irritation de la vessie, et, dans ce cas, il faut suspendre tout-à-fait son usage. Ce mucus, qui est toujours sécrété en petite quantité par la vessie, est, sans aucun doute, un des ingrédiens de la matière animale qui sert de ciment aux couches successives des calculs. Cependant ce ciment paraît varier suivant les espèces de calculs. Le Dr Henry le considère comme étant principalement de l'albumine; et d'autres chimistes, parmi lesquels est M. Brande, ont découvert une quantité considérable d'urée dans les calculs urinaires.

Le traitement des affections calculeuses présente des difficultés nouvelles lorsque les calculs sont formés de couches successives de nature différente; mais, par un examen attentif de l'urine, et spécialement du sédiment qu'elle forme, le praticien peut presque toujours acquérir des données suffisantes pour se diriger dans le traitement qu'il doit prescrire, et combattre la disposition qui donne naissance aux calculs.

Il y a dans l'histoire des maladies calculeuses une circonstance qui, quoique inexpliquée, mérite la plus grande attention : c'est l'effet qu'a souvent un purgatif violent, non-seulement de procurer l'évacuation de la matière calculeuse ou de la gravelle, lorsqu'elle est assez petite pour passer par les voies urinaires, mais encore d'arrêter momentanément sa formation. Cet effet

est surtout frappant dans le cas de la goutte, maladie dans laquelle la diathèse urique est si disposée à prévaloir, et dont les symptômes disparaissent souvent entièrement par l'effet d'un violent cathartique.

Le Dr Prout m'a appris qu'il a vu fréquemment, surtout dans les enfans, le dépôt calculeux cesser de se former dans l'urine par l'usage des remèdes purgatifs.

Un autre remède auxiliaire dans le traitement des calculs, qui m'a été indiqué par le Dr Henry de Manchester, est l'usage de la térébenthine combinée avec l'opium (1). Le Dr Henry a produit par ce moyen une abondante évacuation d'acide urique, et on n'aura pas de peine à le concevoir, d'après le pouvoir stimulant bien connu de la térébenthine sur les organes urinaires.

Mais une attention très-importante dans le traitement des maladies calculeuses est celle qu'on doit donner au régime : quoique, seul, il ne suffise pas pour empêcher la formation des calculs, qui peut être causée, ainsi que la goutte, par l'état acescent des organes digestifs, il n'en est pas moins évident que l'on doit s'abstenir de tout excès dans le régime, et éviter soigneusement les choses que l'on connaît pour produire ou augmenter l'acidité dans l'estomac. Néanmoins, cette disposition à l'acescence ne me paraît pas être essentielle à la maladie; elle me paraît être due à l'irritation des organes

(1) Nous nous rappelons que Guyton-Morveau racontait souvent qu'à l'époque où il était à Dijon, c'est-à-dire, avant 1785, il avait vu l'essence de térébenthine, administrée avec un peu d'éther, produire des effets merveilleux. (R.)

urinaires, avec lesquels on sait que l'estomac a une si grande sympathie.

Au demeurant, comme il paraît extrêmement probable, d'après l'examen des phénomènes que présentent les maladies calculeuses, que ces affections dépendent le plus fréquemment d'un dérangement des organes digestifs, on doit porter son attention sur leurs fonctions, et les maintenir dans un état de santé. Ainsi, quoiqu'on ait reconnu, par des expériences directes sur certaines espèces d'animaux (1), que l'usage exclusif d'une nourriture animale donne lieu à une plus grande sécrétion d'acide urique, il ne serait pas prudent d'astreindre les malades à un régime purement végétal, et dans d'autres circonstances à un régime purement animal.

Enfin les fonctions de la peau ont probablement une beaucoup plus grande connexion avec la formation des calculs qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. Les calculs sont excessivement rares dans les climats chauds; et, même dans le nôtre, on a reconnu que, pendant que le corps est exposé à une sueur abondante, l'urine contient beaucoup moins d'acide urique.

Suivant le Dr Wilson (maintenant Dr Wilson Philip), l'urine qu'on rend le matin, quoique ayant éprouvé une longue coction, contient moins d'acide que celle qui est sécrétée pendant le jour.

Je terminerai en disant un mot des tentatives que l'on a faites pour dissoudre directement les calculs en portant

---

(1) Wollaston, *Trans. phil.* 1810, p. 229. M. Magendie a fait aussi sur cet objet une série d'expériences très-instructives.

(R.)

dans la vessie des solutions acides ou alcalines. Quoique Fourcroy rapporte, dans son *Système de Chimie*, quelques expériences à cet égard qui paraissent encourageantes, et qu'on en ait fait quelques-unes de semblables en Angleterre, on a presque totalement abandonné ce mode de traitement, à cause de l'extrême persévérance qu'il exige, et de l'inconvénient qu'il y a d'introduire dans la vessie des substances étrangères toujours plus ou moins irritantes. Cependant, comme les essais qu'on a faits ne sont pas assez nombreux, il est à desirer qu'on en fasse de nouveaux avant de renoncer à un moyen qui pourrait être utile dans plusieurs circonstances.

L'ouvrage du Dr Marcet renferme dix planches très-bien faites, où les diverses espèces de calculs sont peintes avec leurs couleurs naturelles. Elles ajoutent beaucoup au mérite de l'ouvrage, et nous regrettons de ne pouvoir en procurer la vue à nos lecteurs.

Analyse *du nickel arsénical* (1) *et du nickel arséniaté d'Allemont* (*département de l'Isère*).

Par M. Berthier, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Le nickel arsénical d'Allemont, dont jusqu'ici on n'avait pas fait une analyse complète, est d'un jaune

---

(1) Les dénominations de nickel arsénical, fer arsénical, etc. nous paraissent impropres, parce qu'elles ne rappellent

rougeâtre, s'approchant du rouge de cuivre, mais plus pâle; il a l'éclat métallique, ainsi que sa poussière; sa cassure est unie ou couverte de petites aspérités et peu éclatante; son éclat se ternit assez promptement à l'air; il est fragile, et on le réduit aisément en poudre. Sa pesanteur spécifique est de 7,29.

Il donne l'odeur d'ail par le choc du briquet. Lorsqu'on l'expose au feu du chalumeau, il répand une fumée blanche arsénicale très-épaisse; il est très-fusible et se liquéfie un peu au-dessus de la chaleur rouge. Chauffé pendant une heure à la température de 150 degrés pyrométriques, dans un creuset brasqué, il ne perd que 0,12 à 0,15 de son poids, et ne change pas d'aspect. La perte paraît être due presque entièrement à de l'arsenic.

Le minéral est essentiellement composé d'arséniure de nickel; mais il renferme une petite quantité d'arséniure de cobalt et de sulfure d'antimoine.

Pour en faire l'analyse, on l'a mêlé avec de l'acide nitrique qu'on a ajouté par parties, et on a fait bouillir pendant deux jours. Tout le minéral a été dissous; l'arsenic a été converti en acide arsénique, le soufre en acide sulfurique, et le nickel, le cobalt et l'antimoine en oxides. En étendant d'eau la dissolution, il s'est fait un dépôt blanc du poids de 0,276, qu'on a reconnu pour de l'arséniate d'antimoine. Ce sel, chauffé dans un creuset d'argent avec quatre fois son poids de potasse caustique, et traité ensuite par l'eau bouillante, s'est dissous

---

pas l'analogie qu'il y a entre ces combinaisons et les sulfures métalliques : on devrait dire, dans le système de nomenclature adopté en minéralogie, nickel arséniuré ou arsénuré, etc.

presque en totalité, et n'a laissé que 0,008 d'oxide de nickel provenant d'un peu d'arséniate de nickel qui s'était précipité avec l'arséniate d'antimoine. En faisant bouillir la liqueur avec de l'acide nitrique, il s'est formé un dépôt blanc du poids de 0,16, composé d'oxide d'antimoine et d'acide arsénique. Pour séparer ces deux corps, on a dissous le dépôt blanc dans l'acide muriatique; on a rapproché doucement jusqu'à siccité et on a repris par l'eau : il s'est formé un dépôt abondant d'oxide d'antimoine. On a évaporé de nouveau, et on a encore pris le résidu par l'eau : la liqueur était un peu trouble, et a déposé une petite quantité d'antimoine; après quoi elle ne s'est plus troublée par l'hydrogène sulfuré. L'oxide d'antimoine calciné a pesé 0,11; en le retranchant de l'arséniate d'antimoine, il reste 0,158 d'acide arsénique (1).

La dissolution nitrique qui avait laissé précipiter l'arséniate d'antimoine en l'étendant d'eau (2) a été décom-

---

(1) Tous les analystes disent que le speiss, produit métallurgique duquel on extrait ordinairement le nickel, renferme du bismuth, et qu'en le traitant par l'acide nitrique il se forme un dépôt blanc d'arséniate de bismuth : il se pourrait que ce dépôt fût de l'arséniate d'antimoine.

(2) On s'est assuré que tout l'arséniate d'antimoine avait été précipité en ajoutant à cette dissolution du sous-carbonate de soude, de manière à en précipiter à-peu-près le quart de l'arséniate de nickel qu'elle devait contenir. Le précipité, calciné, s'est dissous en totalité dans l'acide nitrique, et la dissolution, évaporée à siccité à une douce chaleur, puis reprise par l'eau, n'a laissé aucun résidu; d'où on a conclu que

posée par le sous-carbonate de soude, ajouté en léger excès ; le précipité, d'un vert pomme pâle, était formé d'arséniate de nickel et d'une très-petite quantité d'arséniate de cobalt : son poids, après avoir été calciné, était de 1,030.

L'arséniate de nickel a été décomposé par la potasse dans un creuset d'argent, et a été trouvé composé, à très-peu près, de parties égales d'oxide de nickel et d'acide arsénique. Pour séparer de cet oxide le cobalt qu'il pouvait contenir, on l'a dissous dans l'acide muriatique ; et après l'avoir précipité par le carbonate de soude, on l'a changé en oxalate en le traitant par l'acide oxalique, et on l'a dissous dans l'ammoniaque, selon le procédé décrit par M. Laugier (1). On a trouvé, en effet, une très-petite quantité d'oxide de cobalt qu'on peut évaluer à 0,002.

La liqueur d'où l'arséniate de nickel avait été précipité pouvant retenir de l'acide arsénique, on y a ajouté un poids connu de peroxide de fer dissous dans l'acide muriatique, et on l'a précipitée de nouveau par du carbonate de soude. Le précipité, calciné, avait augmenté de 0,054 du poids du minéral employé.

Enfin, on a sur-saturé la liqueur d'acide nitrique, et on y a ajouté du nitrate de baryte : il s'est précipité 0,14 de sulfate de baryte, qui équivalent à 0,02 de soufre.

---

l'arséniate de nickel ne contenait pas d'arséniate d'antimoine ; car l'expérience avait appris qu'on aurait pu le séparer par ce moyen.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*. IX. 271.

Ainsi, le nickel arsénical d'Allemont a donné à l'analyse :

Protoxide de nickel.....	0,512 ;
Protoxide de cobalt.....	0,002 ;
Acide arsénique.....	0,747 ;
Acide sulfurique.....	0,048 ;
Oxide d'antimoine.....	0,110.
Oxide de fer et de manganèse, trace.	
	1,419.

D'après cela, il doit être composé de :

Nickel.....	0,3994	ou arséniure de nickel,	0,8855 ;
Cobalt.....	0,0016	arséniure de cobalt,	0,0035 ;
Arsenic.....	0,4880	sulfure d'antimoine,	0,1000.
Antimoine.....	0,0800		
Soufre.....	0,0200.		
Fer et manganèse, trace.			
	0,9890.		0,9890.

et l'arséniure de nickel pur doit contenir :

Nickel,	0,451 ;
Arsenic,	0,549 ;

nombres qui diffèrent très-peu de ceux 0,44 et 0,56 que donne le calcul.

Le nickel arséniaté, qui se trouve toujours, à Allemont, adhérent au nickel arsénical, paraît provenir de sa décomposition spontanée. Il est tantôt compacte et d'un très-beau vert pomme, et tantôt friable et d'un blanc verdâtre : c'est cette dernière variété qui a été analysée.

On l'a fondu au creuset d'argent avec une fois et

demie son poids de potasse, et on y a recherché le cobalt par le procédé de M. Laugier. Ce minéral est composé de :

Protoxide de nickel,	0,362,	ou arséniate de nickel,	0,706;
Protoxide de cobalt,	0,025,	arséniate de cobalt,	0,049;
Acide arsénique,	0,368		
Eau,	0,245	eau,	0,245.
Argile ferrugineuse,	trace.		
	1,000.		1,000.

D'après cette analyse, le nickel arséniaté contient, indépendamment de l'eau et de l'arséniate de cobalt :

Oxide de nickel,	0,512;
Acide arsénique,	0,488.

Or, c'est là à-peu-près la composition du sous-arséniate artificiel, ou d'un arséniate qui serait formé de 3 atomes d'oxide et de 2 atomes d'acide; car la composition théorique d'un pareil arséniate serait de :

Oxide de nickel,	0,496;
Acide arsénique,	0,504.

Préparation du nickel, et examen de quelques-uns de ses sels.

La mine d'Allemont, après avoir été grillée jusqu'à cessation de toute vapeur arsénicale, est dissoute par l'eau régale, et on fait évaporer à une douce chaleur jusqu'à siccité. En ajoutant de l'eau au résidu, il reste beaucoup d'arséniate d'antimoine; on verse ensuite dans la dissolution du sous-carbonate de soude du commerce

jusqu'à ce que le précipité qui se forme commence à être coloré, et on filtre. La liqueur contient tout le nickel avec un peu de cobalt et de l'acide arsénique. Pour en séparer ce dernier acide, on y ajoute une dissolution muriatique de peroxide de fer ; puis on y verse peu à peu du sous-carbonate de soude, jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que le précipité qui se forme prenne une couleur rose ou verte, et on filtre. Le sous-carbonate précipite d'abord de l'arséniate de fer, qui est d'un blanc un peu jaunâtre, et ensuite du peroxide de fer si la dissolution ne contient pas assez d'acide arsénique pour le saturer : on peut être assuré qu'il ne reste pas une trace de cet acide avec le nickel et le cobalt si les dernières portions du dépôt ferrugineux ont la couleur rouge brune du peroxide. Dans le cas où le dépôt serait entièrement blanc, il faudrait ajouter de nouveau du muriate de fer, et recommencer la précipitation partielle. De cette manière, on se débarrasse complètement et très-facilement de tout l'acide arsénique et de tout l'oxide de fer qu'on a ajouté (1) ; il ne reste alors que le nickel et le cobalt à séparer l'un de l'autre (2). On y réussit parfaitement

---

(1) S'il se trouvait du cuivre, comme cela a lieu lorsqu'on traite le speiss, il se précipiterait immédiatement après l'arséniate d'antimoine ou après le peroxide de fer ; sa présence compliquerait peu l'opération.

(2) Le peroxide de fer est un agent très-commode pour séparer et doser l'acide arsénique dans un grand nombre de cas. Je m'en suis servi pour la première fois, il y a deux ans, pour extraire de l'oxide de cobalt pur du minerai de Hakambo, et c'est parce qu'il m'a parfaitement réussi que je

par le procédé de M. Laugier ; mais comme, d'après la remarque de M. Tuputti, l'oxide de cobalt est précipité par les carbonates alcalins avant l'oxide de nickel, on peut aussi employer ce moyen quand il ne s'agit que de préparer du nickel, et qu'on ne doit pas faire une analyse exacte. Je me suis en effet assuré qu'une dissolution des deux métaux laisse d'abord précipiter du carbonate de cobalt pur ; ensuite un mélange des deux métaux, et que la dissolution ne retient plus que du nickel, pourvu qu'on ait l'attention d'employer une quantité convenable de sous-carbonate et de fractionner les produits : aussi, par ce moyen, et quoique le minerai d'Allemont ne contienne que fort peu de cobalt, j'ai pu voir le précipité rose formé par ce métal. Lorsqu'on s'est assuré, par le procédé de M. Laugier, que la dissolution est pure, il ne s'agit plus que d'en achever la précipitation, en la faisant bouillir avec un sous-carbonate, et de bien laver le dépôt (1).

---

l'ai employé pour la préparation du nickel. L'oxide de cobalt que j'ai obtenu ne contenait pas un atome d'arsenic : aussi, en le réduisant, il m'a donné un culot métallique qui jouissait d'un degré de ductilité qu'on n'avait pas encore reconnu au cobalt.

Le peroxide de fer joue à-peu-près le même rôle avec l'acide phosphorique qu'avec l'acide arsénique. On peut s'en servir pour analyser la plupart des phosphates, ou pour purifier des substances qui contiendraient de l'acide phosphorique.

(1) Quelquefois la liqueur contient un peu de manganèse. Pour avoir du nickel pur, il convient alors de faire la précipitation à froid ; la dissolution retient un peu de ce métal avec le manganèse.

Arséniate de nickel. Pour préparer ce sel, on a dissous 1g,96 d'oxide de nickel dans l'acide muriatique; on a ajouté à la dissolution 3g. d'acide arsénique dissous dans l'eau, puis on a précipité par un sous-carbonate sans excès, filtré et fait bouillir la liqueur, pour en séparer le peu d'arséniate qu'elle retenait en dissolution à la faveur de l'acide carbonique : on a obtenu 3g,91 d'arséniate calciné, ou, à fort peu près, le double de l'oxide de nickel employé. On a versé ensuite dans la liqueur une dissolution de 1g. de peroxide de fer, et on a précipité par un sous-carbonate : on a eu 1g,97 d'arséniate de fer avec excès d'oxide, contenant par conséquent 0g,97 d'acide arsénique. Il y a eu dans l'opération 0g,08 de perte: néanmoins on doit en conclure que l'arséniate de nickel est composé, à très-peu près, de parties égales d'acide et d'oxide : ce résultat a d'ailleurs été vérifié de diverses autres manières.

D'après la composition connue du protoxide de nickel et de l'acide arsénique, il est aisé de voir que l'arséniate de nickel, précipité de ses dissolutions acides par les carbonates, est un sous-sel qui renferme une fois et demie autant de base que les arséniates neutres. Il en est de même des arséniates de cobalt, de cuivre et de peroxide de fer, obtenus de la même manière. L'arséniate de chaux, précipité de ses dissolutions acides par un grand excès d'ammoniaque, est dans un cas différent.

10 gr. d'arséniate de nickel, chauffés dans un creuset brasqué, comme un essai de fer, ont donné un culot d'arséniure bien fondu et du poids de 6g,15. Il était d'un gris blanc, sans aucune nuance de rouge, cassant, à cassure grenue presque unie, avec quelques indices de

structure lamelleuse; il renfermait, à son centre, une cavité remplie d'aiguilles brillantes; il n'était pas du tout magnétique. Cet arséniure contient à-peu-près moitié moins d'arsenic que l'arséniure natif, et par conséquent un atome d'arsenic et deux de nickel.

Le sulfate de nickel a cristallisé en prismes obliques, très-allongés, à bases rhombes, et changés en prismes hexaèdres par une facette sur chaque angle obtus. Ils étaient d'une transparence parfaite et d'une couleur d'émeraude magnifique. Par leur exposition à l'air et à la lumière solaire, ils se sont effleuris peu à peu, et sont devenus opaques sans perdre leur forme. On a trouvé le sulfate calciné composé de :

Protoxide de nickel,	0,478;
Acide sulfurique,	0,522.

10 gr. de sulfate de nickel, réduits dans un creuset brasqué, à la température d'un essai de fer, ont donné un culot de sulfure parfaitement fondu, d'un gris blanc, avec une nuance de jaune, cassant, à cassure lamelleuse dans un sens et grenue dans un autre, très-fortement magnétique. Ce sulfure paraît composé d'un atome de soufre et de deux de nickel.

Le carbonate de nickel obtenu en précipitant une dissolution de nickel par un sous-carbonate est d'un très-beau vert-pomme tirant un peu sur le jaune, et il conserve cette couleur lorsqu'il a été exposé au soleil : pour peu qu'il contienne de cobalt, sa teinte est sensiblement altérée, et elle passe au violet grisâtre sale. Il est composé de :

Protoxide de nickel,	0,475;
Acide carbonique,	0,140;
Eau,	0,385.
	1,000.

Ce sel paraît contenir un atome d'acide et un atome d'oxide.

En employant un carbonate saturé, au lieu d'un sous-carbonate, le précipité est d'un vert très-pâle. Lorsqu'il a été desséché au soleil, il est pulvérulent et très-léger. On l'a trouvé composé de:

Protoxide de nickel,	0,483;
Acide carbonique,	0,210;
Eau,	0,307.
	1,000.

Il paraît contenir un atome et demi d'acide pour un atome de base.

Les carbonates de nickel se décomposent aisément par la chaleur. Lorsqu'on les calcine au rouge sombre avec le contact de l'air, ils deviennent d'un beau noir, parce que le nickel passe à l'état de peroxide; mais quand on les chauffe fortement, ils laissent du protoxide pur de couleur olivâtre.

(Extrait des *Ann. des Mines*. IV. 467.)

Sur *l'Altération qu'éprouve l'acide sulfurique en agissant sur l'alcool.*

Dans le Cahier des *Annales de Chimie* de prairial an 8 (vol. XXXIV. 289), M. Dabit a donné un Mémoire

sur l'Ether sulfurique, dans lequel il prétend que l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool ne se borne pas, comme l'ont cru Fourcroy et M. Vauquelin, à déterminer la formation de l'eau, en raison de sa grande affinité pour ce liquide; mais que l'acide sulfurique est réellement décomposé; qu'il cède une portion d'oxigène à l'alcool, sans cependant passer à l'état d'acide sulfureux, et qu'il forme un nouvel acide intermédiaire entre l'acide sulfureux et l'acide sulfurique.

Dans une note imprimée dans le même volume, page 318, Fourcroy et M. Vauquelin ont cherché à réfuter la théorie de M. Dabit sur la formation de l'éther; et ils ont remarqué avec raison que cette théorie, fût-elle la véritable, était incomplètement démontrée. M. Dabit n'avait en effet donné aucune preuve de l'existence de son acide, et sa théorie pouvait être considérée comme un jeu de son imagination. Cependant, deux années après, il a publié, dans le 43e vol. des *Annales de Chimie*, p. 101, une suite à son premier Mémoire, dans laquelle il convient que l'objection que lui avaient faite Fourcroy et M. Vauquelin, de n'avoir pas démontré l'existence de son nouvel acide, était fondée, et il y répond par une série d'expériences qui ne laissent aucun doute sur la formation d'un acide particulier pendant la conversion de l'alcool en éther au moyen de l'acide sulfurique. Il est étonnant que ces expériences, réellement très-intéressantes, soient restées si long-temps dans l'oubli, et qu'elles aient fixé pour la première fois l'attention de M. Sertuerner, qui en parle, au reste, comme s'il ne les eût jamais connues. La justice que l'on doit à M. Dabit, autant que l'importance du sujet, nous en-

gagent à donner un extrait de son Mémoire : nous ferons ensuite connaître ce que MM. Sertuerner et Vogel y ont ajouté. Nous terminerons cette notice par quelques observations qui nous sont particulières.

Ayant saturé, dit M. Dabit, avec du carbonate de chaux du résidu d'éther étendu d'eau, j'ai filtré et mis à évaporer ; j'ai obtenu un sel jaunâtre non cristallisé. Ayant dissous ce sel dans une suffisante quantité d'eau pour le purifier et en séparer le sulfate de chaux qui pouvait s'y trouver, j'ai filtré et mis de nouveau à évaporer ; j'ai obtenu un sel cristallisé *en partie* en parallélipipèdes, ayant un peu de saveur, se dissolvant dans environ 100 parties d'eau froide : l'eau chaude en dissout un peu plus ; exposé à l'air, il n'a éprouvé aucune altération.

..... Le sel qui se déposait sur les parois de la capsule pendant le cours de l'évaporation, dès qu'il était sec et qu'il avait acquis un certain degré de chaleur, se charbonnait et devenait acide. Quand on rapproche trop la dissolution elle-même, elle présente des phénomènes semblables. D'où pouvaient provenir et le carbone qui se déposait, et cet acide, que j'ai reconnu pour de l'acide sulfurique ? L'*huile douce du vin* qui se trouve dans la dissolution me paraissait seule devoir en être la cause, et l'expérience suivante m'a prouvé que j'avais rencontré juste. Quelques grains de ce sel cristallisé, triturés avec quelques gouttes d'huile douce du vin, délayés dans un peu d'eau et mis à évaporer, m'ont donné les mêmes résultats. Je conçois que le nouvel acide qui constitue le sel dont je viens de parler décompose, à ce degré de chaleur, l'huile douce du vin, en lui enlevant l'oxigène pour

passer à l'état d'acide sulfurique, et le carbone de la portion d'huile douce du vin décomposée se dépose. Comme alors il n'y a plus assez de chaux pour saturer complètement tout l'acide, une partie reste à nu.

De l'acide sulfurique versé dans une dissolution du nouveau sel y a occasioné un précipité. L'acide qui se forme pendant le cours de son évaporation produit le même effet. Voilà qu'il est bien prouvé que l'acide de ce sel n'est point de l'acide sulfurique, puisqu'il est dégagé de sa base par ce dernier acide : mais est-ce un autre acide, ou n'en est-ce qu'une modification, comme je l'ai avancé ? C'est ce qu'il s'agissait de vérifier. Pour y parvenir, j'ai mêlé ce sel réduit en poudre avec la moitié de son poids de charbon pulvérisé ; et l'ayant calciné, j'ai obtenu du sulfure de chaux.

Si la première expérience a démontré que cet acide n'est pas de l'acide sulfurique, celle-ci prouve au moins que c'en est une modification. Il ne me reste plus maintenant qu'à prouver que la différence de cet acide avec l'acide sulfurique vient de ce qu'il contient moins d'oxigène.

Or, ayant fait passer un courant de gaz oxigène dans une dissolution du nouveau sel, et ayant laissé ces deux corps en contact pendant quelque temps, il s'est formé un précipité que j'ai reconnu pour du sulfate de chaux. Dans une autre expérience, ayant fait bouillir une dissolution du sel avec de l'acide nitrique, il s'est dégagé du gaz nitreux, et il s'est déposé un sel en cristaux parallélipipèdes que j'ai reconnus pour du sulfate de chaux. Ainsi, il me paraît bien prouvé par ces deux expé-

riences que le nouvel acide ne diffère de l'acide sulfurique que parce qu'il contient moins d'oxigène que ce dernier.

Du résidu d'éther traité avec du carbonate de baryte, de la même manière qu'il l'avait été avec le carbonate de chaux, m'a présenté les mêmes phénomènes : seulement le sel qui se dépose lorsqu'on chauffe une dissolution dans laquelle on a ajouté de l'acide nitrique, ne s'est point cristallisé, et le dépôt a eu lieu dès que la liqueur a commencé à bouillir.

Le sel que j'ai obtenu avec la baryte était cristallisé irrégulièrement ; il avait un goût âcre et un peu styptique, se dissolvant dans à-peu-près quinze fois son poids d'eau froide : l'eau chaude en dissout environ un huitième.

En faisant bouilir le sel de chaux avec du carbonate de potasse, j'ai obtenu un sel amer d'une cristallisation micacée, qui demande six parties d'eau froide pour être tenu en dissolution.

Le sel à base de soude, préparé de la même manière que le précédent, cristallise en parallélipipèdes dont deux côtés sont plus étroits ; il se dissout dans le double de son poids d'eau froide.

Avec le carbonate d'ammoniaque on obtient un sel très-soluble qui cristallise partie en cubes et partie en octaèdres.

De cette suite d'expériences il résulte bien clairement, 1° que l'acide sulfurique peut perdre une portion de son oxigène sans pour cela passer à l'état d'acide sulfureux ; 2° qu'une portion de l'acide sulfurique qui est

employée à la préparation de l'éther est réduite en cet état; que conséquemment les phénomènes qui ont lieu dans le cours de la préparation de l'éther se passent comme je les ai décrits, et que la théorie que je propose est la véritable.

Ces expériences, quoique laissant beaucoup à desirer, sont évidemment si remarquables que nous avons eu raison de dire qu'il était étonnant qu'elles fussent restées si long-temps ignorées. Nous allons maintenant rapporter les additions que M. Sertuerner y a faites.

C'est dans le 60me volume, page 54 des *Annalen der Physik*, septembre 1818, que se trouve le Mémoire de M. Sertuerner. Ce chimiste prétend que l'acide sulfurique, en agissant sur l'alcool pour former l'éther, produit trois acides qu'il désigne par les noms de *acidum protænothionicum*, *acidum deutænothionicum*, *acidum tritænothionicum*. Voici comment on obtient le premier de ces acides :

Que l'on fasse un mélange à parties égales d'acide sulfurique et d'alcool absolu ou au moins très-concentré; qu'on le chauffe et qu'on le sature avec de la craie aussitôt qu'il s'est un peu réduit, il se formera du sulfate de chaux que l'on séparera du liquide par le filtre et la presse. En faisant évaporer le liquide à une douce chaleur, et le filtrant au moment où il est assez concentré pour cristalliser, on obtiendra, par le refroidissement, le proto-sulfovinate de chaux.

Ce sel est en petites lames; il a une saveur brûlante particulière; il attire l'humidité et s'enflamme dans une bougie allumée. Chauffé fortement, il devient noir et très-acide. Cette décomposition, qui s'annonce par une cou-

leur noire, a lieu aussitôt que, par les progrès de l'évaporation, il se dépose du sel sur les parois du vase : elle s'étendrait même à tout le sel si, au moment où elle se manifeste, on ne l'arrêtait par l'addition d'un peu de craie ; et la liqueur, dans laquelle on ne pouvait découvrir aucune trace d'acide sulfurique, en contiendrait alors un grand excès. On peut obtenir facilement l'acide du proto-sulfovinate de chaux ou de baryte, en le décomposant par l'acide sulfurique. Ce nouvel acide donne tout le secret de l'éthérification, puisqu'il se produit avec l'éther sulfurique. Beaucoup de chimistes croient que l'acide sulfurique ne perd point de sa propriété saturante en agissant sur l'alcool ; mais il en est tout autrement, comme on peut s'en assurer en éprouvant l'acide avant et après son action sur l'alcool.

Presque toutes les substances organiques et les acides puissans se comportent de la même manière.

Le second acide (*deut-œnothionicum*) se trouve dans le résidu de la distillation de l'éther traité plusieurs fois avec de l'alcool, et parfaitement épuisé, mais frais (*frischen*) et non noir ou altéré. On sature ce résidu avec de la craie ou du carbonate de baryte, comme on l'a déjà indiqué. Le deuto-sulfovinate de chaux est très-sucré, et possède la propriété d'absorber l'oxigène de l'air, et de produire du sulfate de chaux, beaucoup d'acide sulfurique, et le troisième acide (*tritœnothionicum*). On voit par-là pourquoi le résidu de la préparation de l'éther reprend à l'air la propriété qu'il avait perdue de donner de l'éther, et pourquoi il sature alors plus de base qu'avant. Le deutacide sulfovineux produit, en se dé-

composant ainsi que ses sels, beaucoup d'acide sulfurique et le tritacide sulfovineux.

Le trit-acide sulfovineux s'obtient très-facilement en laissant à l'air, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus absorption d'oxigène, soit le second acide, soit le résidu épuisé de la distillation de l'éther sulfurique. En saturant avec de la craie, on obtient le trito-sulfovinate de chaux, qui est déliquescent à l'air, et qui est combustible comme tous les acétates. Il a à-peu-près la même saveur que le premier sulfovinate de chaux, et a beaucoup de rapports avec ce sel.

Les acides sulfovineux se laissent isoler facilement de leurs combinaisons avec la chaux ou la baryte. Distillés, chacun donne un produit différent : les trois sulfovinates de chaux donnent, par exemple, par la distillation, trois nouveaux acides liquides, cristallisables, ressemblant de loin à l'acide succinique et à l'acide pyroligneux (*russ-saure*) ; du gaz sulfureux, de l'acide sulfurique, du sulfate de chaux et un gaz éthéré d'une odeur très-agréable. On obtient de semblables produits avec les acides formés par les acides puissans et les substances organisées. M. Sertuerner prévient qu'en distillant le proto-nitrovinate de chaux, les vapeurs lui occasionèrent des angoisses épouvantables, comme l'acide méconique ; mais qu'il en dira davantage plus tard.

Tels sont les principaux faits contenus dans le Mémoire de M. Sertuerner, relativement aux acides formés par la réaction de l'acide sulfurique sur l'alcool. Il dit n'avoir pu donner beaucoup de détails sur rien, en raison de la grande étendue du sujet qu'il a embrassé. Mais M. Gilbert

lui fait observer avec raison que c'eût été cependant le seul moyen de porter la conviction dans l'esprit de ses lecteurs; car il faut avouer qu'il est loin d'avoir démontré l'existence de ses trois acides, et que, par le vague de ses assertions, il laisse le champ libre à ceux qui, s'occupant du même objet, s'appuieront d'expériences précises.

M. Vogel a lu à l'Académie des Sciences de Munick, le 9 octobre 1819, des *Recherches sur la décomposition mutuelle de l'acide sulfurique et de l'alcool*, etc., qu'il a imprimées dans le *Journal de Pharmacie*, VI, 1, et dont l'objet était de répéter les expériences de M. Sertuerner. Nous allons aussi en présenter un extrait.

Parties égales en poids d'alcool à 40°, et d'acide sulfurique concentré, ont été mêlées lentement, et le mélange, conservé huit jours dans un flacon bouché à l'émeri. Le liquide, après avoir été étendu du double de son volume d'eau, a été divisé en deux parties égales, dont l'une a été neutralisée par du carbonate de baryte, et l'autre par du carbonate de plomb.

Après avoir séparé les sulfates de baryte et de plomb au moyen du filtre, les liqueurs étaient chargées de sels de baryte et de plomb. Ces dissolutions salines, évaporées à siccité et chauffées dans une cornue, ont donné du gaz acide sulfureux, et une huile blanche pesante, d'une odeur éthérée; il est resté dans la cornue du sulfate de baryte ou du sulfate de plomb. L'acide sulfurique a donné des résultats semblables avec trois parties d'alcool.

Parties égales en poids d'alcool et d'acide sulfurique ont été mises en ébullition dans une cornue jusqu'à ce

que l'éther commençât à passer. On a fait alors refroidir la cornue, et on a partagé le liquide qui y restait en trois parties égales : la première a été remise dans la cornue et tenue en ébullition jusqu'à ce que la moitié de l'éther qu'elle pouvait fournir eût passé dans le récipient ; la seconde a été chauffée jusqu'à ce qu'elle eût donné tout son éther, et la troisième n'a pas été chauffée ultérieurement.

Chacune de ces portions, saturée avec du carbonate de plomb, a donné un sel nouveau soluble (du sulfovinate de plomb) ; mais c'est la seconde qui en a fourni la plus grande quantité. On peut cependant se servir aussi avec avantage du résidu d'éther, quand il n'est pas trop charbonné.

Pour obtenir l'acide contenu dans ce sel, on y a fait passer un courant d'acide hydrosulfurique. On peut aussi décomposer le sel formé par le même acide avec la baryte au moyen de l'acide sulfurique.

Le nouvel acide, ou l'acide sulfovineux, ne peut être concentré sur le feu; car le liquide, à peine porté à l'ébullition, contient déjà une grande quantité d'acide sulfurique. Placé sous un récipient vide, à côté d'un vase rempli d'acide sulfurique, il se concentre, et peut être ramené au point de paraître presque aussi huileux que l'acide sulfurique. Il n'avait point encore éprouvé de décomposition, et sa densité était de 1,319. Laissé plus long-temps dans le vide, il s'est décomposé ; du gaz sulfureux s'est dégagé, et il est resté dans le vase de l'acide sulfurique concentré et quelques gouttes d'huile éthérée.

L'acide sulfovineux, d'une densité de 1,319, peut rester en contact à froid avec l'acide nitrique sans être

décomposé ; mais à chaud il se dégage des vapeurs nitreuses, et il reste de l'acide sulfurique. Des phénomènes semblables ont lieu lorsqu'on traite les sulfovinates par l'acide nitrique. M. Vogel n'a pas remarqué de différence entre les acides extraits à différentes époques, avant ou après le passage de l'éther, et il n'adopte point, avec M. Sertuerner, trois modifications de cet acide.

L'acide sulfovineux concentré ne peut être conservé long-temps dans son état de pureté ; après un laps de temps de quinze jours, il a commencé à troubler les sels de baryte.

Le sulfovinate de chaux obtenu en saturant le résidu d'éther avec de la craie, se présente en tables quadrilatères, à angles biselés, inaltérables à l'air ; mais lorsque le sel est évaporé en masse, il attire l'humidité. Les cristaux ont une saveur légèrement sucrée, et sont très-solubles dans l'eau et l'alcool. Dans le vide, à côté de la chaux, ils perdent leur transparence avec leur eau de cristallisation. Projetés dans un creuset rougi, ils brûlent avec flamme, et se noircissent ; mais en continuant de chauffer le creuset, ils deviennent blancs, et ne sont alors que du sulfate de chaux.

Le sulfovinate de chaux, chauffé lentement dans une cornue, se boursouffle et devient noir ; il passe dans le récipient un liquide éthéré empyreumatique, accompagné d'une huile jaune qui s'enfonce dans l'eau. Cette huile a quelque chose de l'*oleum vini* ; mais elle n'en possède pas la légèreté. Il passe enfin du gaz sulfureux, et il reste dans la cornue du sulfate de chaux mêlé d'un peu de charbon.

Le sulfovinate de baryte se prépare en saturant le ré-

sidu d'éther avec le carbonate de baryte. Par une évaporation lente de la liqueur, on obtient des cristaux très-brillans et doués de transparence : ce sont des tables comprimées, à quatre faces, inaltérables à l'air. Quoique très-soluble dans l'eau, le sulfovinate de baryte ne l'est presque point dans l'alcool. Lavé avec de l'alcool très-concentré, dans l'intention de voir si l'huile adhérait mécaniquement à sa surface, il a donné les mêmes produits à la distillation que s'il n'eût pas été lavé; savoir : un liquide éthéré empyreumatique, et une huile jaune pesante. On peut conclure de ce résultat que l'huile n'est pas mélangée mécaniquement au sel, mais qu'elle y est en véritable combinaison.

Le sulfovinate de plomb peut s'obtenir, comme les deux sels précédens, en saturant le résidu d'éther par le carbonate de plomb. Par l'évaporation, il reste une masse saline qui attire tellement l'humidité de l'air, qu'en quelques heures elle tombe entièrement en déliquescence. Le sel desséché exige à peine la moitié de son poids d'eau pour se dissoudre; il est aussi très-soluble dans l'alcool. Chauffé dans une cornue, il donne une huile pesante, et il reste du sulfate de plomb mêlé d'un peu de charbon.

Le sulfovinate de potasse a été préparé en neutralisant le carbonate de potasse par l'acide pur. Il se présente en écailles nacrées semblables à celles de l'acide borique : il est gras au toucher, comme le talc; sa saveur est sucrée; il se dissout facilement dans l'eau, et entre en fusion à une douce chaleur.

Le sulfovinate de soude s'est présenté en cristaux bril-

lans, dont la forme n'était pas bien régulière, et qui se sont légèrement effleuris à l'air.

On a préparé le sulfovinate de cuivre en faisant dissoudre du carbonate de cuivre dans l'acide sulfovineux. La dissolution a donné, par l'évaporation, des cristaux bleus en larges tables, très-solubles dans l'eau et dans l'alcool : le sel passe à l'état de sulfate quand on le chauffe à quelques degrés au-dessus de la température de l'eau bouillante.

L'acide sulfovineux dissout le fer avec dégagement de gaz hydrogène. La dissolution est sans couleur, d'une saveur douceâtre, et n'est pas précipitée par les sels de baryte. Par l'évaporation spontanée, on obtient des prismes à quatre faces, d'une couleur jaune-blanchâtre. Ces cristaux s'effleurissent au contact de l'air, et perdent promptement leur transparence.

Les sulfovinates peuvent rester long-temps exposés à l'air sans éprouver de décomposition. On peut même faire bouillir plusieurs dissolutions de ces sels sans qu'il se forme de l'acide sulfurique; il n'y a que les dissolutions très-concentrées qui ne supportent pas une longue ébullition.

Après avoir examiné plusieurs sels formés par l'acide sulfovineux, M. Vogel a comparé cet acide avec l'acide hyposulfurique.

Tous les deux se présentent à l'état d'un liquide incolore, très-acide, qui ne peut être concentré par l'ébullition sans se changer en acide sulfurique et en acide sulfureux.

Tous les deux peuvent être rendus plus denses et au même degré, dans le vide de la machine pneumatique.

Tous les deux forment des sels solubles qui ont la plus grande ressemblance entre eux.

Tous les deux, ainsi que leurs sels, sont décomposés par l'acide nitrique aidé de la chaleur, et donnent de l'acide sulfurique et des sulfates.

La différence entre eux consiste en ce que l'acide sulfovineux et ses sels contiennent une huile volatile qui s'échappe à une haute température et se décompose en partie : l'acide hyposulfurique, au contraire, est converti, par la chaleur, en acide sulfureux et en acide sulfurique sans donner d'huile, et les hyposulfates ne se charbonnent pas à la température rouge.

De ces faits il résulte que l'acide sulfurique mêlé avec de l'alcool se décompose sans le secours de la chaleur; qu'il abandonne de l'oxigène et donne naissance à un acide particulier. Pendant l'éthérification, l'action de l'acide sulfurique ne se borne pas à déterminer la formation de l'eau, comme l'ont avancé Fourcroy et M. Vauquelin, et la théorie de l'éther a besoin d'être modifiée. Le nouvel acide a les plus grands rapports avec l'acide hyposulfurique, et il n'en diffère que par une huile volatile avec laquelle il est combiné.

En laissant en contact l'acide sulfurique avec la poussière de bois de bouleau, ou l'huile de lavande, il se produit un acide qui forme avec la baryte et l'oxide de plomb des sels très-solubles qui, en dernière analyse, se réduisent aussi en sulfates.

Aussitôt que nous avons eu connaissance des expériences de M. Vogel, nous nous sommes empressés de les répéter.

Nous avons en conséquence fait un mélange de parties égales d'acide sulfurique et d'alcool, et nous l'avons soumis à la chaleur jusqu'au moment où l'acide sulfureux a commencé à se manifester. Le résidu, saturé avec de la chaux et filtré, a fourni par l'évaporation un sel en petites lames ; mais pour obtenir des résultats plus précis sur la nature de l'acide sulfovineux, nous avons transformé ce sel en sulfovinate de baryte, en le décomposant par un léger excès de cette base, et en faisant passer ensuite dans la dissolution filtrée un courant de gaz acide carbonique. Par une cristallisation opérée en douze heures, nous avons obtenu le sel cristallisé en petites lames nacrées, de forme carrée ; mais, par une évaporation spontanée, nous avons obtenu de beaux prismes à quatre pans, rhomboïdaux, terminés par une pyramide à quatre faces correspondant aux pans du prisme. Ces cristaux ont une très-belle transparence et la conservent à l'air ; cependant, dans le vide, à côté de l'acide sulfurique concentré, ils sont devenus opaques en vingt-quatre heures, et ont abandonné une certaine quantité d'eau. 100 parties de sel simplement desséché à l'air ont perdu par la calcination 45,07 ; mais 100 parties du même sel desséché dans le vide n'ont perdu que 41,5.

Le sulfovinate de baryte le plus pur, soumis à l'action de la chaleur, se décompose très-aisément, même par une douce évaporation à siccité. Il donne pour produits un gaz inflammable brûlant comme le gaz oléfiant, de l'acide sulfureux, fort peu d'acide carbonique, de l'eau et une huile éthérée dont l'odeur, mélangée avec celle de l'acide sulfureux, a beaucoup de ressemblance avec celle de l'éther acétique : il n'est pas improbable que cet éther

se soit formé ; mais nous avons opéré sur de trop petites quantités pour en acquérir la certitude. Il est resté dans l'appareil du sulfate de baryte noirci par une très-petite quantité de charbon, qu'une très-courte exposition à l'air, à une chaleur rouge, a suffi pour décolorer entièrement.

L'analyse du sulfovinate de baryte n'ayant pas encore été faite, et M. Vogel s'étant contenté de faire remarquer l'analogie qu'il y a entre l'acide sulfovineux et l'acide hyposulfurique, il nous a paru intéressant de rechercher si la composition du premier de ces acides, abstraction de la matière végétale, était la même que celle du second, et de quelle manière la matière végétale influait sur sa capacité de saturation.

100 parties de sulfovinate de baryte desséché à l'air ont perdu 45,07, et ont fourni 54,93 de sulfate de baryte très-blanc et très-pur. 100 autres parties du même sel, calcinées avec un mélange de chlorate et de carbonate de potasse et précipitées ensuite par le chlorure de barium, ont produit 111,47 de sulfate de baryte, nombre qui est à-peu-près le double de 54,93.

Ainsi, en faisant abstraction de la matière végétale, l'acide sulfovineux paraît composé de la même manière que l'acide hyposulfurique, et sa capacité de saturation n'est pas changée par la présence de cette matière végétale, qui semble y jouer le même rôle que l'eau de cristallisation.

Néanmoins la matière végétale donne aux sulfovinates des caractères particuliers. Celui de baryte a une cristallisation différente de celle de l'hyposulfate, et il perd

45,07 par la calcination, tandis que le dernier ne perd que 29,9. Les autres sels formés par l'acide sulfovineux et l'acide hyposulfurique paraissent également différens, et ils méritent une attention particulière. M. Dabit croyait que la matière végétale était accidentelle dans les sulfovinates; mais comme elle leur est au contraire essentielle, les preuves qu'il avait alléguées pour démontrer l'existence d'un acide plus oxigéné que l'acide sulfureux et moins que l'acide sulfurique, ne suffiraient plus aujourd'hui; car la décomposition de l'acide nitrique par le sulfovinate de baryte qu'il avait observée, et même l'absorption directe du gaz oxigène par ce sel, qui, au reste, n'a pas été confirmée, pourraient être attribuées à la matière végétale elle-même.

D'après les observations qui ont été faites et celles qui nous sont particulières, nous admettons que la plupart des matières végétales et animales sur lesquelles l'acide sulfurique concentré exerce une action à une température modérée, et sans qu'il se manifeste d'acide sulfureux, étant traitées par cet acide, donnent naissance à de l'acide hyposulfurique combiné avec une matière de nature végétale ou animale, qui paraît, en général, différente pour chaque espèce de corps. Devra-t-on, d'après cela, distinguer autant d'acides particuliers qu'il y aura de matières végétales ou animales combinées avec l'acide hyposulfurique? Nous ne le pensons pas; mais il serait prématuré d'attacher dès ce moment trop d'importance à cette opinion.

La théorie de l'éthérification, telle qu'elle a été donnée par Fourcroy et M. Vauquelin, ne peut plus être admise

aujourd'hui. L'acide sulfurique cède réellement de l'oxigène à l'alcool, et le résultat de l'éthérification paraît être de l'éther, de l'acide hyposulfurique, et une matière végétale de nature huileuse qui a la plus grande analogie avec l'huile douce du vin. Il se forme en effet une quantité considérable d'acide hyposulfurique relativement à l'éther produit, et l'huile douce du vin ne se manifeste qu'en même temps que l'acide sulfureux, c'est-à-dire qu'il est très-probable que ces deux corps sont le résultat de la décomposition de l'acide sulfovineux. L'alcool, pour se changer en éther, a seulement besoin d'abandonner de l'hydrogène et de l'oxigène dans les proportions où ces deux corps entrent dans l'eau; mais puisque l'acide sulfurique lui cède réellement de l'oxigène, il devrait se déposer du carbone, et c'est dans l'huile douce du vin qu'on le retrouve.

Il est très-probable, d'après ces nouveaux faits, que, dans l'amer de Welter et autres composés analogues, l'acide est à l'état d'acide nitreux.

Les recherches auxquelles nous nous sommes livrés sont encore trop imparfaites pour en parler plus longtemps : nous eussions même différé de les faire connaître sans l'occasion que nous ont fournie celles de MM. Dabit, Sertuerner et Vogel.

Extrait *du Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française exposés au Louvre en* 1819.

Le rapport du Jury central qui avait été chargé d'examiner les produits de l'industrie française exposés au Louvre en 1819, vient d'être publié par ordre du Ministre de l'Intérieur; il forme un volume in-8° d'environ 500 pages, et renferme les noms des fabricans et des artistes qui ont obtenu des médailles ou autres distinctions. Mr L. Costaz, rédacteur de cet ouvrage, s'est attaché à faire ressortir, dans des notices remarquables par leur netteté, les progrès que chaque branche d'industrie a faits depuis l'exposition de 1806. En exécutant ce travail pénible et délicat, M. Costaz avait constamment sous les yeux les rapports particuliers des diverses Commissions du Jury, ce qui suffirait pour éloigner tout soupçon d'erreur, alors même que les connaissances variées, les longues études administratives et l'impartialité bien connue de M. le rédacteur, ne rendraient pas toute autre garantie superflue. Nous avons rassemblé les notices en question, et nous nous proposons de les offrir successivement aux lecteurs des *Annales*, comme le tableau fidèle de l'état actuel de l'industrie française. Nous commencerons aujourd'hui par les articles relatifs aux arts chimiques.

Arts et produits chimiques.

Les arts chimiques ont presque entièrement été créés en France depuis l'époque où la science dont ils dépen-

dent a pris les grands développemens dont la génération actuelle a été témoin. C'est entre les années 1780 et 1790 qu'ont eu lieu les travaux qui ont élevé cette science au rang des sciences exactes, en la plaçant sur des bases invariables, et en lui donnant une langue méthodique et régulière.

Avant cette époque, nous tirions presque entièrement de l'étranger les aluns si nécessaires aux teintures, les soudes indispensables pour les verreries et les savonneries ; les sulfates de cuivre, les sulfates de fer, l'acide sulfurique, et une foule d'autres substances nécessaires aux arts, comme agens ou comme ingrédiens. Aujourd'hui la France prépare tous ces objets en qualité supérieure, et dans une telle abondance, qu'elle pourrait en fournir aux autres nations.

Il serait hors de notre sujet de faire en détail l'énumération de tous les services que la chimie a rendus aux arts depuis trente ans. Nous devons nous restreindre à un intervalle de temps plus borné, celui qui s'est écoulé depuis l'exposition de 1806. Les progrès que les arts chimiques ont faits depuis cette époque sont très-remarquables.

La fabrication des acides et celle des sels ont pris de grands accroissemens. Il s'est établi, à cet égard, une concurrence dans toute l'étendue de la France. Les procédés se sont perfectionnés, et il y a eu une grande diminution dans le prix vénal des produits. On peut citer, comme exemple de ce dernier avantage, l'acide sulfurique et la soude : ces deux substances sont réduites à-peu-près au dixième de leur ancien prix.

Soude.

Les procédés pour se procurer la soude par la décomposition du sel marin sont dus à feu M. Leblanc ; c'est lui qui a fait les premières tentatives en grand ; mais il n'avait pas donné au fourneau à réverbère la forme la plus convenable ; il n'obtenait que des résultats incomplets, et ne put parvenir à faire de ces procédés la base d'une industrie avantageuse. M. d'Arcet ayant remarqué que l'imperfection des résultats tenait à la forme des fourneaux, la modifia avec le plus grand succès. Depuis cette époque, la fabrication de la soude artificielle (c'est ainsi qu'on appelle la soude qu'on se procure par la décomposition du sel marin) est devenue une industrie courante. La soude artificielle a été long-temps repoussée par des préjugés ; l'expérience les a presque entièrement dissipés. A l'exposition de 1806, on remarqua que les glaces de Saint-Gobin, les plus belles que l'on connaisse en Europe, étaient fabriquées avec des soudes préparées en France et extraites du sel marin : depuis lors, la fabrication de la soude s'est agrandie. L'art de fabriquer cette substance est poussé à un tel degré de perfection, qu'on la verse dans le commerce, préparée aux degrés convenables pour les besoins de chaque art. Avant l'établissement de cette nouvelle industrie, l'étranger fournissait la presque totalité des soudes nécessaires à nos arts ; elles y étaient importées sous les noms de *soude d'Alicante*, de *cendres de Sicile* ou de *natron d'Egypte*. Aujourd'hui la France n'en reçoit plus qu'une petite quantité.

Alun.

La fabrication de l'alun est une de celles qui ont reçu le plus d'améliorations depuis l'exposition de 1806; elle a été poussée à un haut degré de perfection. Cependant l'usage de ses produits rencontre encore des obstacles dans les préventions de quelques manufacturiers, et chaque année il y a une importation considérable d'*alun de Rome*. Pour juger jusqu'à quel point ces préventions sont fondées, le jury a cru devoir soumettre à un examen particulier tous les aluns présentés à l'exposition.

Un travail entrepris sous les auspices de la Société d'encouragement, en 1805, par MM. Roard et Thenard, a constaté que ce qui établit une différence entre les aluns dans leur application à la teinture, c'est la proportion plus ou moins grande de sulfate de fer qu'ils retiennent. Ce fer n'est pas toujours nuisible; on peut même rechercher l'alun qui en contient pour les travaux sur les cuirs, ou pour la teinture sur laine, lorsqu'il s'agit de produire une couleur foncée; mais il ternit les nuances vives et claires, surtout lorsqu'on les applique à la soie. L'alun de Rome se trouve naturellement dépourvu de fer, ou du moins il en contient très-peu. Les teinturiers ont dû le préférer, pour ce dernier usage, aux aluns ordinaires, qui en contenaient une quantité beaucoup plus grande; mais MM. Roard et Thenard firent voir que l'on pouvait amener tous les aluns à l'état de pureté par la cristallisation.

Ce n'est point d'après une simple indication de la théorie que l'on affirme que les aluns, purifiés par une cristallisation soignée, peuvent complètement remplacer l'alun de Rome. M. Roard a prouvé, par des expériences

nombreuses et faites avec l'exactitude qui distingue les recherches de ce chimiste, que les aluns français, bien préparés, étaient aussi avantageux que l'alun de Rome pour les nuances les plus délicates sur soie. M. le Comte de La Boulaie-Marillac vient de confirmer ces résultats par des épreuves qu'il a fait faire, sous ses yeux, aux Gobelins. Des écheveaux de soie ont été teints comparativement avec la cochenille, la gaude et le bois jaune, en employant pour les uns l'alun de Rome, et pour les autres l'alun purifié de MM. Chaptal et d'Arcet, sans qu'on ait pu apercevoir quelque différence dans les couleurs.

Acide acétique retiré du bois.

La préparation de l'acide acétique par la carbonisation du bois est une industrie nouvellement acquise. Il y avait eu, avant 1806, quelques essais; mais les procédés n'ont été fixés dans toutes leurs parties, et la fabrication établie avec succès en grand, que postérieurement à cette époque. Plusieurs arts importans, tels que la teinture, l'impression des toiles, etc., emploient l'acide acétique sous forme d'acétate de plomb ou d'acétate de fer (1).

MM. Mollerat, à Pouilly (Côte-d'Or), Payen et Pluvinet ont exposé du sel ammoniac de leur fabrique, lequel remplace celui que l'on tirait de l'étranger.

---

(1) M. Mollerat a perfectionné l'art de retirer l'acide acétique du bois, en carbonisant celui-ci : il le concentre tellement, qu'il se cristallise à une température peu élevée; il lui donne le plus grand état de pureté, à tel point que les cristaux sont blancs et transparens comme la glace d'eau pure. Il a rendu par là un grand service aux arts qui font usage de l'acide acétique.

M. Jacob, de Marseille, a présenté du borax qu'il a fabriqué avec l'acide boracique : c'est un art nouveau.

Céruse.

Les étrangers étaient en possession de nous fournir la plus grande partie de la céruse nécessaire à nos besoins, lorsque la fabrique de Clichy s'est formée. La céruse qu'on y prépare est de première qualité. On a vu à l'exposition un tableau conservé pendant plusieurs années au Conservatoire des Arts et Métiers, sur lequel la céruse de Clichy a été mise en comparaison avec celle de Hollande. La moitié de la surface était peinte avec la première, et l'autre avec la seconde. La céruse de Clichy a conservé inaltérablement sa blancheur, pendant que celle de Hollande a jauni en se ternissant. Un autre tableau, également exposé, prouve qu'elle a mieux soutenu les couleurs avec lesquelles on l'a mêlée.

M. Desmoulins, fabricant de vermillon, rue Saint-Martin, n° 252, à Paris, a présenté des échantillons de vermillon de sa fabrication : c'est le plus beau qui se soit fait en France; celui qui était exposé sous le n° 1 surpasse en beauté tous les vermillons connus.

M. Rouquès, d'Alby (Tarn), a présenté de l'indigo-pastel préparé par lui, et qui ne le cède en rien à l'indigo de l'Inde le plus parfait.

Savons.

La fabrication du savon a fait des progrès depuis l'exposition de 1806; elle s'est établie dans la ville de Paris,

à laquelle elle était étrangère. On y emploie, pour faire les savons les plus recherchés, des matières qui jusqu'alors avaient eu peu de prix. Les procédés sont dus à M. d'Arcet, qui les a portés à un haut degré de perfection.

Produits alimentaires.

Sucre.

La fabrication du sucre de betterave avait prospéré pendant qu'elle était favorisée par un prix élevé résultant de l'imposition de très-fortes taxes à l'entrée du sucre; mais on n'espérait pas de pouvoir la soutenir, lorsque la suppression ou du moins la diminution des droits d'entrée aurait mis les sucres exotiques en concurrence avec les sucres fabriqués en France. Cependant la persévérance de M. Chaptal, et la perfection qu'il a apportée à toutes les parties du procédé, ont fait faire de tels progrès à cet art, qu'il nous est permis d'espérer qu'on parviendra à pourvoir la France du sucre qui est nécessaire à sa consommation.

Il est constaté de la manière la plus certaine que le sucre de betterave et le sucre de canne sont deux substances identiques; il a été prouvé de plus que la culture des betteraves destinées à l'extraction du sucre est avantageuse à la production du blé qui leur succède, et que le résidu de ces racines est une excellente nourriture pour le bétail.

Indépendamment du produit du sucre, les fabriques de betteraves tirent des mélasses une quantité considé-

rable d'eau-de-vie, et elles fournissent du travail à un grand nombre d'ouvriers pendant la saison morte.

Ainsi, sous plusieurs rapports, cette nouvelle industrie mérite la faveur publique et toute la protection du Gouvernement.

L'art de raffiner le sucre a fait des progrès depuis l'exposition de 1806. M. Charles de Rosne a introduit dans cet art l'emploi du charbon animal; il a facilité par là la fabrication du sucre de betterave, et beaucoup perfectionné le raffinage des sucres de canne.

Les fabricans qui ont envoyé à l'exposition du sucre de betterave sont :

MM. le Comte Chaptal, à Chanteloup;
Leray de Chaumont, à Chaumont-sur-Loire (Loir-et-Cher);
Grenet-Pélé, à Toury (Eure-et-Loir);
André, à Pont-à-Mousson (Meurthe);
Masson (André), à Pont-à-Mousson;
André et Marmot, à Pont-à-Mousson;
De La Nouvelle, de Châteauneuf (Loiret);
Crespel de Lisse, à Arras (Pas-de-Calais);
Maguin, à Pont-à-Mousson (Meurthe).

Gélatine.

Depuis long-temps des hommes occupés du bien public et de l'amélioration du sort des classes pauvres, avaient fixé leur attention sur la gélatine que renferment les os, et sur la grande quantité de substance alimentaire qu'il serait possible d'en retirer. On proposa d'en faire l'extraction en broyant les os pour les soumettre à l'ébul-

lition ou à l'action du digesteur de Papin ; mais ces moyens étaient abandonnés, ou du moins ils n'étaient pratiqués qu'avec des succès très-bornés, lorsque M. d'Arcet imagina de faire dissoudre, par l'acide muriatique, le phosphate de chaux qui constitue en quelque sorte la charpente osseuse, et de mettre ainsi à nu la partie gélatineuse que cet acide n'attaque pas. Ce procédé a un succès complet.

On a vu, à l'exposition, des têtes de bœufs qui avaient été traitées de cette manière : elles étaient entièrement gélatineuses, mais elles avaient conservé toute la forme du squelette.

La gélatine extraite des os par ce procédé est applicable à plusieurs usages. Préparée sous diverses formes, elle peut servir d'aliment, et on en fait la meilleure colle-forte connue : il a été constaté que cette substance, prise comme aliment, est nourrissante, facile à digérer et très-salubre.

C'est donc un véritable service rendu à l'humanité, que la découverte d'un procédé par lequel on retire une nourriture saine et agréable de matières jusqu'ici réputées inutiles et qu'on mettait au rebut. Cet art nouveau a un autre avantage ; il donne de la valeur à l'acide muriatique, qui est produit en abondance dans la fabrication de la soude par la décomposition du sel marin, et qui n'avait que très-peu d'emploi.

Alimens liquides.

M. Clément a perfectionné le procédé par lequel on retire l'eau-de-vie de la fécule de pommes de terre. Il a présenté des échantillons d'excellente eau-de-vie ainsi

fabriquée, et de très-bonne anisette faite avec cette eau-de-vie.

Poteries et Porcelaines.

M. Utzschneider, de Sarguemines (Moselle), a inventé les belles terres cuites qu'on a vues à l'exposition, et qui imitent parfaitement le porphyre, l'agate et le jaspe, sous le double rapport de l'aspect et de la dureté; il est aussi le fabricant qui a obtenu le plus de succès dans les poteries communes.

La fabrication de la porcelaine a été naturalisée en France vers le milieu du dix-huitième siècle. Cet art s'établit à la faveur des encouragemens du Gouvernement: il ne fut d'abord considéré par quelques personnes que comme un objet de luxe; mais il a acquis assez de développement pour devenir une branche importante de l'industrie nationale, qui se soutient par ses propres moyens et alimente un commerce assez étendu.

La France a, dans ce genre, une supériorité décidée. Les porcelaines de Sèvres sont recherchées dans toute l'Europe. Cette manufacture célèbre, où l'on est sans cesse occupé de perfectionner le travail et d'améliorer les procédés, peut être considérée comme la cause première de l'établissement en France de la fabrication des porcelaines; elle contribue tous les jours au perfectionnement de cette industrie par ses exemples, par l'instruction qui en émane, par les ouvriers qu'elle forme, et par l'émulation que le desir de l'égaler fait naître parmi les entrepreneurs des établissemens particuliers.

La fabrication des porcelaines se divise aujourd'hui en deux industries distinctes, susceptibles d'être exercées séparément : l'une est la fabrication des pièces en blanc; l'autre a pour objet la décoration.

Porcelaine blanche.

Deux qualités sont nécessaires pour constituer de la bonne porcelaine.

1°. La pâte doit être solide, c'est-à-dire qu'elle doit résister aux changemens de température, et même aux chocs qui ont lieu dans l'usage domestique.

2°. La couverte doit être exempte de ce défaut qu'on nomme *trésaillure*, et qui se manifeste en ce que la couverte se fendille au moindre changement de température.

Il est d'autres qualités, telles que la blancheur de la pâte, le parfait glacé de la couverte, la légèreté des pièces, la pureté des contours, la finesse et la correction des arêtes, qui sont les signes d'une fabrication distinguée : elles augmentent l'agrément et la valeur de la porcelaine. Cependant leur absence peut être compensée par la diminution du prix ; au lieu que rien ne peut racheter les défauts qui résultent de la fragilité et de la trésaillure : toute porcelaine qui en est entachée est décidément de la mauvaise porcelaine, que les consommateurs doivent rejeter, et qui ne doit jamais sortir des ateliers d'un fabricant soigneux.

A l'époque de l'exposition de 1806, l'art de la porcelaine, et surtout celui de préparer la pâte, était très-avancé ; il était assez difficile qu'il fît de nouveaux progrès : cependant quelques fabricans se sont perfectionnés;

ils ont fait les pâtes plus solides ; ils ont donné aux formes plus de pureté, et aux ornemens plus de netteté. Il est constant néanmoins que la porcelaine blanche n'a pas éprouvé d'amélioration bien sensible dans ses qualités extérieures. L'émulation des fabricans s'est portée sur un autre objet, qui a aussi son importance : il s'est établi entre eux une concurrence active pour la réduction des prix.

Les ouvriers acquérant tous les jours plus d'habitude, et étant plus exercés, ont pu faire mieux et à meilleur marché ; le prix de la main-d'œuvre pour beaucoup de pièces, et notamment pour les assiettes, a baissé de deux cinquièmes sans que les qualités aient été altérées.

On s'est appliqué à épargner le combustible ; et l'on y a réussi, non pas en modifiant la forme des fours, qui, depuis dix ans, n'a pas reçu de changement notable ; mais on a su faire un usage mieux raisonné des fours qui existent : on est parvenu à y placer un plus grand nombre de pièces ; de sorte que maintenant on fait tenir dans un même four près d'un tiers d'assiettes de plus qu'on n'en mettait il y a dix ans ; les frais de combustible se trouvent ainsi répartis sur une plus grande masse de produits.

Le combustible est un des principaux élémens de la valeur vénale de la porcelaine ; par-tout où ce prix est trop élevé, les manufactures de porcelaine blanche se trouvent dans une position désavantageuse. La nécessité de réduire la dépense du combustible s'est fait sentir fortement depuis quelques années ; elle a suggéré les moyens d'économie dont nous venons de parler ; elle a

déterminé plusieurs fabricans à former des établissemens dans les départemens où le bois est abondant, et à porter la fabrication de la porcelaine blanche au milieu des forêts. Il en est résulté que le nombre des fabriques de ce genre a diminué à Paris depuis 1810 ; mais cette diminution ne peut pas être considérée comme une décadence ; c'est une organisation de travail mieux entendue et plus conforme aux règles de l'économie. La fabrication de la porcelaine, qui semblait, dans l'origine, vouloir se concentrer à Paris, s'étend peu à peu sur toute la surface de la France. Paris conservera toujours ses avantages pour la décoration : on y trouve, en moyens d'exécution, en modèles et en artistes habiles, un ensemble de ressources que l'on chercherait vainement ailleurs. Le mouvement qui commence à s'opérer fait entrevoir une époque où les manufactures de département fabriqueront la porcelaine en blanc destinée à être décorée à Paris. Toutes choses se trouvant ainsi dans les circonstances les plus favorables, les prix baisseront sans que les qualités soient dégradées ; ce qui étendra encore la consommation de la porcelaine, et agrandira le commerce que font, dans ce genre, la ville de Paris et les départemens. Mais les fabricans des départemens ne peuvent arriver à ce résultat avantageux qu'en s'appliquant à donner à leurs produits toutes les qualités essentielles et agréables qui constituent la bonne et belle porcelaine. Ils doivent s'attacher à la beauté des formes : le jury leur dira, avec celui de 1806, « que les belles formes ajoutent beau-
» coup de prix à la porcelaine : dans l'exécution, elles
» ne coûtent pas plus que celles de mauvais goût ;
» souvent elles coûtent moins..... Quelle que fût la

» dépense qu'entraîneraient des modèles faits par les » plus habiles artistes de la capitale, cette dépense, » répartie sur la multitude de pièces exécutées d'après » ces modèles, ne produirait pas une augmentation » sensible. » Le jury ajoutera que, pour les pièces destinées à un usage habituel, la forme doit être combinée de manière à ne pas nuire à la commodité de l'usage; et qu'avec de l'intelligence et du soin, il est toujours possible de concilier la commodité avec l'élégance.

Décoration des faïences et des porcelaines.

Les porcelaines sont susceptibles de recevoir des ornemens très-variés. La main d'un artiste habile peut y déposer les peintures les plus précieuses : mais alors la matière devient un objet secondaire; elle est comme la toile du tableau, et sa valeur n'est plus qu'une petite fraction de celle de la pièce. Des travaux de ce genre supposent un talent particulier, et, pour ainsi dire, individuel; leurs produits ne pourraient être assez multipliés pour alimenter un commerce suivi; dès-lors ils n'appartiennent plus aux arts industriels, dont le caractère propre est d'employer des moyens d'exécution qui puissent être pratiqués avec succès par des classes entières d'ouvriers doués d'une adresse ordinaire. Des ornemens bien faits ne peuvent être obtenus à bon marché, s'ils sont uniquement exécutés à la main; ce n'est qu'en faisant usage des procédés mécaniques qu'il est possible de concilier le bon style, l'exécution correcte et soignée, avec des prix modiques.

Il y a à-peu-près quinze ans que l'on a commencé en France à s'occuper des moyens de décorer les porcelaines

et les faïences par impression. M. Gonord présenta, à l'exposition de 1806, des pièces de porcelaine sur lesquelles des gravures en taille-douce avaient été transportées à l'aide de procédés mécaniques. Il a reparu à l'exposition de 1819 avec des produits du même art perfectionné. Il est parvenu à un résultat singulier et pourtant indubitable : une planche gravée étant donnée, il la fait servir à décorer des pièces de dimensions différentes, il étend ou il réduit le dessin en proportion de la grandeur de la pièce, et cela par un procédé mécanique et expéditif, sans avoir besoin de changer la planche. Nous aurons encore occasion de parler de cette découverte, qui recule les limites de l'art calcographique (1).

---

(1) Voici l'article auquel M. Costaz fait allusion ; M. Gonord a fait une découverte dont l'annonce a excité la surprise du public. Si on lui donne une planche gravée en cuivre, il peut s'en servir pour tirer des épreuves à telle échelle qu'on voudra. Il fait à volonté plus grand ou plus petit que le modèle. Il ne demande que quelques heures, et n'a pas besoin d'un autre cuivre. Ainsi, si l'on mettait à sa disposition les cuivres d'un ouvrage grand atlas, comme est la *Description de l'Egypte*, par exemple, il pourrait en faire une édition in-8°, et cela sans changer les cuivres.

La certitude du procédé a été constatée par des membres du Jury, que M. Gonord a admis dans ses ateliers. Sur leur rapport, le Jury a décerné à M. Gonord une médaille d'or.

Nous ajouterons que M. Gonord peut tirer, par son procédé, sur toute espèce de substances, sur du papier, des métaux, de la porcelaine, des marbres, etc.

Depuis environ dix ans, M. Legros d'Anisy a établi des ateliers où la faïence et la porcelaine sont décorées par la gravure et l'impression.

La peinture sur porcelaine a fait depuis vingt-cinq ans des progrès remarquables. On les doit en grande partie à M. Dilh ; il a composé de bonnes couleurs, il a apprécié l'effet de leurs mélanges. Ce genre d'industrie s'est répandu peu à peu hors des ateliers de M. Dilh, ce qui a donné à la peinture sur porcelaine une perfection de coloris, de nuances fines et de glacés qu'elle n'avait pas.

La palette du peintre sur porcelaine a été enrichie de plusieurs couleurs nouvelles, parmi lesquelles on doit citer le vert de chrôme pour la peinture, qu'il ne faut pas confondre avec les verts de chrôme préparés pour le grand feu, qui sont employés en teinte unie, et dont on vit des échantillons à l'exposition de 1806 ; les verts dont nous voulons parler sont des couleurs susceptibles de nuances, et qui donnent les moyens de peindre le paysage avec autant de perfection qu'on le ferait à l'huile.

Une pièce de porcelaine dépourvue de tout ornement vaut mieux qu'une pièce semblable couverte de dorures à demi dégradées. Il est impossible qu'un fabricant, qui se néglige sur ce point, conserve la confiance des consommateurs ; le bon marché ne peut compenser un défaut aussi grossier ; et une manufacture, dans les produits de laquelle il est habituel, doit finir par perdre sa réputation et par se ruiner.

M. Legros-d'Anisy a fait une application heureuse des procédés de la lithographie à la dorure des porcelaines.

Jusqu'à présent l'impression en dorure avait l'inconvénient de ne donner que des traits déliés ; il fallait ou les laisser dans cet état, ou les remplir à la main : dans ce dernier cas, la façon coûtait à-peu-près le même prix. On a vu à l'exposition des assiettes en porcelaine sur lesquelles une frise en or, large et assez compliquée, a été imprimée par ce procédé, de manière à ressembler assez bien à la dorure faite à la main. Une pièce de ce genre qui coûterait au moins 10 francs, s'exécute déjà pour 1 franc.

Préparation des couleurs à peindre la porcelaine.

Autrefois les peintres sur porcelaine préparaient eux-mêmes les couleurs dont ils avaient besoin. Aujourd'hui cette préparation forme un art particulier qui est l'objet d'une industrie séparée de la peinture sur les porcelaines. Cette séparation est avantageuse. On obtient de cette manière des couleurs mieux appropriées à leur destination, puisqu'elles sont préparées par des hommes habitués à prévoir leurs effets, lorsque les pièces sur lesquelles on les applique sont mises dans les fours. Le peintre sur porcelaine n'a plus besoin de suspendre ses travaux pour préparer ses couleurs ; il a toujours à sa disposition les moyens de garnir sa palette de toutes les nuances que peut exiger la peinture dont il est occupé.

Rien ne marque plus sensiblement l'étendue de l'industrie qui a pour objet la fabrication des porcelaines, que l'établissement d'une autre industrie uniquement créée pour lui fournir des couleurs.

Glaces.

Les glaces que la manufacture de Saint-Gobin a envoyées se font remarquer par une excellente fabrication et une grande pureté de verre : elles sont d'une dimension extraordinaire.

Ces produits prouvent que la verrerie de Saint-Gobin, qui est depuis long-temps considérée comme la première manufacture de glaces qu'il y ait en Europe, soutient sa réputation.

La Compagnie des manufactures de Saint-Quirin (Meurthe), de Monthermé (Ardennes) et de Cirey, fabrique des verres à vitres, des verres blancs, demi-blancs, dits *verres de table*, des verres de couleur, des globes à mettre sur les pendules, des glaces, etc. Les glaces sont fabriquées à Saint-Quirin : cette verrerie, qui, à l'époque de la dernière exposition, faisait des glaces dans le volume ordinaire par le soufflage, a substitué à ce procédé celui du coulage, qui est plus parfait.

La même compagnie établit, dans la verrerie de Cirey, la fabrication des petits miroirs *à la façon de Nuremberg*, miroirs que l'on a tirés jusqu'à ce jour de l'Allemagne, d'où l'on en importe chaque année pour une somme considérable.

Les produits des différens établissemens de cette compagnie sont très-soignés ; les verres de couleur sont d'une beauté remarquable.

Etamage des glaces.

L'étamage est une opération qui présente des difficultés dans les grands volumes, à cause de la grandeur des

feuilles d'étain qu'il faut faire égale à celle des glaces. Le transport des glaces étamées d'un grand volume est sujet à des inconvéniens assez graves ; il est difficile de l'exécuter sans attaquer quelque partie du tain, ce qui produit des taches qui défigurent la glace, et qu'on ne peut réparer qu'en étamant de nouveau la glace entière: opération coûteuse, et qui demande des appareils qu'on n'a pas toujours près de soi ; enfin, le tain des glaces est sujet à être altéré par le séjour contre des murs ou dans des appartemens humides.

M. Lefévre, miroitier de Paris, a réussi à faire disparaître ces inconvéniens, ou du moins il les a réduits à très-peu de chose. Il a trouvé un procédé au moyen duquel on peut étamer une glace avec plusieurs feuilles différentes mises l'une au bout de l'autre ; un trou fait dans le tain peut être bouché sans que la glace en demeure tachée; enfin, il applique un vernis pour conserver le tain des glaces contre les effets de l'humidité.

Ces procédés sont un véritable service rendu à la glacerie.

Cristallerie.

Pendant long-temps la France tirait de l'étranger les cristaux qu'elle consommait : aujourd'hui elle en fabrique au-delà de ses besoins. Nos manufacturiers dans ce genre ne redoutent la concurrence d'aucune nation, ni pour la qualité des cristaux, ni pour le prix. L'art est si généralement connu, que le jury a pensé qu'il n'était pas nécessaire d'accorder des distinctions pour cette partie ; mais il est un art qui se rattache à la cristallerie, qui mérite une attention particulière et qui a besoin d'être en-

couragé ; c'est celui de la taille des cristaux. Des milliers d'ouvriers sont occupés à donner à cette matière les nombreuses facettes et les ornemens qui la rendent si précieuse et si belle, et qui la font rechercher. Sous le rapport du goût et de la beauté de l'exécution, cette industrie est très-avancée parmi nous : elle donne lieu à un commerce assez important.

Objets divers.

M. Lutton s'est occupé depuis long-temps de la recherche des moyens pour placer sur les vases de verre destinés à contenir les acides, des inscriptions que les acides les plus puissans ne pussent faire disparaître : ses succès dans ce genre lui méritèrent une médaille de bronze à l'exposition de 1806.

M. Lutton a encore amélioré les procédés qui lui valurent cette distinction ; il en a même imaginé de nouveaux.

Incrustation.

L'incrustation dans le cristal est un art qui a éprouvé des perfectionnemens, et qui donne lieu aujourd'hui à une industrie assez importante. Depuis long-temps on incrustait dans le verre des terres, des couleurs ou d'autres objets de fantaisie : maintenant, à la manufacture du Creusot, on a fait de ce travail un art perfectionné ; les objets que cet établissement a exposés ont fixé l'attention du public.

(*La suite au Cahier prochain*).

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 3 *janvier* 1820.

Le Ministre de l'Intérieur adresse à l'Académie le buste de Lagrange, exécuté en marbre par M. Pujol.

M. Frégier adresse un *Mémoire de Mathématiques*, dont il sera rendu compte.

M. Trenqualye, vicaire-général de Digne, communique la relation que nous avons insérée dans le Cahier de décembre 1819, sur les malheurs occasionés par la foudre, dans le village de Châteauneuf.

La Commission chargée de décerner le prix de Physiologie, demande à l'Académie si elle admet au concours des ouvrages imprimés dans les années qui ont précédé 1819; la question est résolue négativement.

On procède à l'élection d'un vice-président : M. Percy réunit la majorité des suffrages.

M. Geoffroi-Saint-Hilaire lit un *Mémoire* intitulé : *Des Insectes ramenés à l'embranchement des animaux vertébrés ; de leur plus grande affinité avec les poissons ; et d'un squelette chez eux dont toutes les pièces sont identiques entre elles, et avec leurs correspondantes du squelette des animaux vertébrés.*

M. Bouée lit un Mémoire qui sera examiné par une Commission, intitulé : *Essai géologique sur l'Ecosse.*

On nomme au scrutin la Commission qui décernera le prix de Statistique; elle se compose de MM. Laplace, Fourier, Coquebert-Montbret, Ramond et Maurice.

Séance du lundi 10 janvier.

Le Ministre de l'Intérieur transmet une Ordonnance royale qui réunit la Bibliothèque de l'Institut et la Bibliothèque mazarine.

M. Benoiston-de-Châteauneuf envoie un second *Mémoire sur la Mortalité causée par quelques maladies du système pulmonaire, et en particulier par la phthisie.* (Réservé pour être lu.)

On lit une lettre de M. Braconnot *sur une nouvelle couleur jaune minérale.* (*Voyez*, dans le Cahier de décembre 1819, le Mémoire de cet habile chimiste.)

Les commissaires qui avaient été chargés par l'Académie d'examiner divers *Mémoires* de M. Salvage *sur les Mathématiques* font un rapport d'où il résulte que « ces » Mémoires ne renferment aucun principe qui ne soit » compris, soit dans la résolution des équations numé- » riques de M. Lagrange, soit dans les Mémoires de » l'abbé de Gua. »

Une autre Commission rend compte de l'examen qu'elle a fait, par ordre de l'Académie, d'une nouvelle machine uranographique de M. Tombini.

M. Latreille lit un *Mémoire sur le Passage des animaux invertébrés aux vertébrés.*

Séance du lundi 17 janvier.

M. D'Hombres-Firmas adresse un tableau supplémentaire à ses observations météorologiques.

M. Geoffroy lit un *Mémoire* intitulé : *De quelques règles fondamentales en philosophie naturelle.*

M. Biot lit un *Mémoire* dont voici le titre : *Sur une nouvelle Propriété physique qu'acquièrent passagèrement les lames de verre quand elles exécutent des vibrations longitudinales.*

En attendant que nous donnions de plus grands détails sur ce Mémoire, nous dirons que la propriété nouvelle dont parle M. Biot consiste dans la faculté qu'acquiert le verre, pendant qu'il est en vibration, de dépolariser la lumière qui le traverse.

M. Duméril, au nom d'une Commission, fait un rapport sur un cas de médecine-pratique qui a été communiqué à l'Académie par M. Chomel.

Une jeune fille, après avoir éprouvé plusieurs attaques d'hystérie, fut atteinte d'une toux périodique qui commençait chaque jour vers deux heures, se prolongeant avec une violence extraordinaire pendant sept à huit heures. Ces accès de toux ont été transformés en de véritables attaques d'hystérie, et ce changement, provoqué ou produit par l'administration de l'extrait de *belladone*, a été d'autant plus heureux dans ce cas particulier, que les attaques hystériques ont ensuite cédé facilement à l'emploi du quinquina.

M. Beudant lit un *Mémoire sur les terrains de trachite.*

La Commission chargée par l'Académie de rédiger le programme du prix fondé par feu M. Alhumbert se compose de MM. Laplace, Cuvier, Berthollet, Latreille et Lacépède.

Séance du lundi 24 janvier.

M. Jaume-Saint-Hilaire annonce qu'il a ajouté un grand nombre d'espèces nouvelles aux genres *Aspalathus, Borbonia* et *Lipara* : il soumet son ouvrage au jugement de l'Académie, et lui présente en même temps plusieurs de ses dessins lithographiés.

M. Audouin lit des *Réflexions sur la formation du corps des insectes.* (Une Commission rendra compte de ce travail.)

M. Beudant achève la lecture de son *Mémoire sur les Terrains de trachite.* (Nous attendrons le rapport des commissaires pour faire connaître le Mémoire de M. Beudant).

L'Académie a entendu, à la fin de sa séance, la lecture d'un *Mémoire* de M. Gengembre *sur l'Eclairage par le gaz hydrogène retiré de l'huile.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

Séance du lundi 31 janvier.

On renvoie à l'examen d'une Commission la *Théorie des assurances maritimes* de M. Joseph Gordon.

MM. Pelletier et Caventou lisent un *Mémoire* intitulé : *Examen chimique de plusieurs végétaux de la famille des colchicées, et du principe actif qu'ils renferment.* (Nous ferons connaître ce travail.)

M. Chambon lit un *Mémoire sur les Effets préservatifs de la vaccine.* (Renvoyé à une Commission.)

La Commission chargée de rédiger un programme

pour le prix de mathématiques en 1822, sera composée de MM. Laplace, Legendre, Poisson, Lacroix et Poinsot.

Quelques *nouveaux détails sur le passage de la Comète découverte dans le mois de juillet* 1819, *devant le disque du soleil.*

La conséquence singulière qui paraît résulter, relativement à la constitution physique des comètes, de l'observation du général de Lindener insérée dans le Cahier de décembre dernier, a dû naturellement inspirer le desir de vérifier par de nouveaux calculs les nombres que M. Olbers avait obtenus. M. Bouvard a bien voulu, à ma prière, chercher l'instant de l'entrée de la comète sur le disque solaire et celui de la sortie, en se servant des élémens paraboliques qu'il avait préalablement déterminés, et qui représentent avec une précision remarquable toutes les observations faites depuis le 3 juillet jusqu'au 1er septembre. Voici ses résultats :

La comète a atteint le bord inférieur du soleil le 26 juin 1819 (1), à cinq heures treize minutes du matin, temps moyen de Paris.

Elle a dû sortir, au bord supérieur, à huit heures cin-

---

(1) Il s'est glissé une faute d'impression dans le N° de décembre : page 434, ligne 11, *au lieu de* 25, *lisez* 26, correction qui, du reste, est suffisamment indiquée par la première phrase de la lettre de M. Olbers.

quante minutes, et se projeter conséquemment sur le disque solaire pendant trois heures trente-sept minutes.

En tenant compte de la différence des longitudes entre Paris et Berlin, on verra que ces nombres ne s'écartent des résultats de M. Olbers que d'environ treize minutes; il demeure donc constant que M. le Général de Lindener a observé le soleil à une époque où la comète se projetait sur son disque.

Si on se rappelle maintenant que cet observateur n'aperçut aucune tache sur le soleil, quoique ce fût là l'objet spécial de sa recherche, on sera conduit à la conséquence que les *chevelures* qui entourent généralement les noyaux des comètes n'interceptent pas d'une manière appréciable la lumière qui les traverse. Quant au noyau proprement dit, il devait être ou diaphane lui-même ou extrêmement petit; mais le 3 juillet au soir, huit jours seulement après le passage de la comète sur le soleil, à l'instant de sa première apparition, le noyau soutendait un angle très-sensible et qui aurait certainement pu s'apercevoir avec un grossissement de huit ou dix fois; ainsi la portion centrale et douée d'une lumière uniforme que les astronomes appellent le *noyau*, est au moins diaphane en partie; rien n'empêche ensuite qu'on n'admette que le noyau lumineux enveloppait un corps solide, opaque, qui, par la petitesse de ses dimensions, échappait aux observations : les grossissemens dont se servait M. de Lindener permettent, dans tous les cas, de supposer que ce corps opaque, s'il existait, ne soutendait pas, dans le cas actuel, un angle de plus de 2″ de degré.

Le 26 juin, la distance de la comète à la terre était $\frac{7}{10}$

environ de la distance de la terre au soleil ; la queue, à la même époque, si j'en juge du moins par les dimensions qu'elle avait le 3 juillet, ne devait guère surpasser le dixième du rayon vecteur du soleil : je ne devine pas sur quels élémens M. Olbers s'est appuyé pour avancer qu'une portion de cette queue a dû probablement pénétrer dans l'atmosphère terrestre.

On avait déjà eu recours au passage de la terre dans une queue de comète, pour expliquer le brouillard singulier qui, en 1783, couvrit la presque totalité de l'Europe. Plusieurs des phénomènes dont l'apparition de ce brouillard fut accompagnée peuvent se concilier avec l'hypothèse en question ; mais il en est un qui, si je ne me trompe, lui est directement contraire.

Ce brouillard ou cette fumée, comme l'ont appelé quelques météorologistes, ne ressemblait aucunement aux brouillards ordinaires ; ceux-ci sont généralement fort humides : toutes les relations s'accordent à présenter l'autre comme très-sec. A Genève, Senebier trouva que l'hygromètre à cheveu de Saussure, qui, dans les brouillards proprement dits, marque 100°, n'indiquait dans celui de juin 1783 que 68°, 57°, 65°, 67°, etc.

Ce brouillard commença le même jour (18 juin) dans des lieux fort distans les uns des autres, comme Paris, Avignon, Turin, Padoue : il dura plus d'un mois.

Il ne paraissait pas apporté par l'air ; car, dans certains points, il se montra par le vent du nord, et dans d'autres par des vents de l'est ou du sud.

Les voyageurs le rencontrèrent sur les plus hauts sommets des Alpes.

Les pluies abondantes qui tombèrent en juin et juillet, et les vents les plus forts, ne le dissipèrent pas.

Jamais les orages ne furent ni aussi fréquens ni aussi intenses que pendant la durée de ce brouillard.

En Languedoc, sa densité fut telle quelquefois que le soleil n'était visible le matin qu'à 12° de hauteur au-dessus de l'horizon; le reste du jour, cet astre était rouge et pouvait être observé à l'œil nu.

MM. de Lamanon et Vanswinden, dont l'un résidait en Provence et l'autre en Hollande, assurent que le brouillard répandait une odeur désagréable.

Enfin, et ceci est très-digne de remarque, le brouillard paraissait doué d'une vertu phosphorique : du moins quelques observateurs assurent que, le jour même de la nouvelle lune, il répandait une lumière presque égale à celle que nous recevons de cet astre dans son plein, et qui suffisait pour apercevoir distinctement des objets éloignés de plus de 100 toises.

Admettons, pour un moment, que tous ces phénomènes étaient produits par la queue d'une comète alors plongée dans notre atmosphère, et dont le noyau, qui pouvait se coucher presque en même temps que le soleil, ne s'apercevait pas ; il est évident que, dans cette hypothèse, une partie déterminée de la queue devait, en vingt-quatre heures, venir successivement se mêler aux atmosphères de tous les points placés sur le même parallèle à l'équateur; en sorte que les observateurs situés, par exemple, sous 48°.50′ de latitude nord, en Asie, en Europe, en Amérique, auraient, chaque jour, aperçu un brouillard exactement pareil à celui qu'on remarquait en même temps à Paris : or, ceci n'est pas

conforme aux observations : car tous les navigateurs se sont accordés sur ce fait, qu'il n'y avait plus de traces de brouillard dans l'Océan atlantique dès qu'on était à cent lieues des côtes occidentales d'Europe. J'ajouterai que nulle part on ne trouve la preuve que le brouillard ait été observé en Amérique : du sud au nord, il s'étendait depuis la côte septentrionale d'Afrique jusqu'en Suède.

Le noyau lumineux de la comète qui fait l'objet de cet article avait, comme nous l'avons déjà dit, un diamètre sensible; mais il n'était pas rond : on s'est assuré que la supposition d'une phase n'aurait pas expliqué les irrégularités du disque. N'est-ce pas quelque phénomène de ce genre que Lahire avait observé dans la comète de 1682, et qu'il a dessiné une seule fois dans ses registres, comme une phase du noyau ?

Si les comètes, comme on doit le croire, sont des amas de vapeurs légères et diaphanes, l'absence de toute phase perceptible ne prouve pas que ces astres soient lumineux par eux-mêmes; car la lumière solaire, pénétrant toute leur masse, doit évidemment se réfléchir de tous leurs points; les phénomènes récemment découverts par les physiciens, et qu'ils ont désignés sous le nom de *polarisation de la lumière*, fourniront probablement un jour le moyen de décider cette question.

On sait en effet que les rayons directs et les rayons réfléchis ont des propriétés fort distinctes, et qui se manifestent surtout dans l'acte de la double réfraction. Les premiers de ces rayons donnent toujours deux images également vives; pour les autres, les deux faisceaux réfractés ont des intensités *inégales*, et qui varient avec

la position du cristal dont on se sert relativement aux plans sur lesquels les rayons ont été réfléchis ; malheureusement ces différences d'intensités sont très-légères et difficilement appréciables sous certaines inclinaisons. Quoi qu'il en soit, le 3 juillet, jour de la première apparition de la comète à Paris, j'ai soumis la lumière de cet astre à des épreuves de ce genre, et il m'a semblé qu'elle présentait quelques traces de polarisation.

Pour éviter toute erreur, j'employais des prismes de cristal de roche achromatisés et enchâssés dans des montures qui ne permettaient pas de soupçonner le sens de leurs sections principales ; je déterminais ensuite, à la vue, la position dans laquelle les deux images de la comète étaient le plus inégales, et sans faire tourner le prisme sur lui-même, je l'appliquais immédiatement après à l'analyse d'un faisceau de lumière réfléchi par un miroir de verre, afin de découvrir quel genre de polarisation l'expérience manifestait ; ces épreuves, répétées un grand nombre de fois avec trois prismes différens, indiquèrent toutes uniformément l'espèce de polarisation que la lumière solaire aurait éprouvée en se réfléchissant sur la queue de la comète. MM. de Humboldt, Bouvard, Mathieu et Nicollet voulurent bien prendre part à ces expériences, et arrivèrent aussi, de leur côté, au résultat précédent. J'ajouterai que les mêmes prismes avec lesquels on apercevait quelques traces de polarisation sur la comète donnaient, au contraire, deux images de la chèvre parfaitement pareilles : cette étoile, au moment de nos observations, était dans la région de la comète, et à la même hauteur au-dessus de l'horizon.

Si je ne savais combien il faut se défier des observa-

tions photométriques lorsque les différences d'intensité sont légères, je dirais que les expériences précédentes prouvent que la comète n'était pas lumineuse par elle-même, et qu'elle réfléchissait les rayons du soleil; mais je me contenterai de présenter aujourd'hui ce résultat comme une simple probabilité. J'engagerai ensuite les astronomes qui voudront répéter ces expériences quand une comète un peu brillante se montrera, à chercher les traces de polarisation, plutôt dans la diversité de couleur des images ordinaires et extraordinaires fournies par le faisceau incident préalablement modifié avec une lame de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, que dans leur différence d'intensité.

Extrait *d'une Lettre du Dr* Mac Culloch *au Dr* Brewster *sur les moyens de colorer les agates.*

Les agates formées de lames alternativement noires et blanches qu'on trouve dans le commerce étaient jusqu'ici apportées de l'Inde en Angleterre; mais depuis la paix il nous en est arrivé d'Allemagne en si grande quantité que leur prix surpasse à peine celui de la taille; ces dernières sont colorées artificiellement par un procédé que les lapidaires tiennent secret, et qui est le même, suivant toute probabilité, que celui dont on se sert dans l'Inde.

Ce procédé consiste à faire bouillir les agates dans de l'acide sulfurique : aussitôt, quelques lames deviennent noires, tandis que d'autres conservent leur couleur naturelle ou passent même à une blancheur plus écla-

tante, d'où résultent les contrastes qui ajoutent tant à la valeur de ces gemmes. Cet effet n'a lieu que dans les agates qui ont été usées avec la roue du lapidaire : car il résulte de l'action de l'acide sulfurique sur l'huile absorbée par la pierre durant l'opération de la taille; aussi peut-on toujours s'assurer de la réussite du procédé en faisant bouillir l'agate dans l'huile avant de la soumettre à l'action de l'acide; pendant cette action il se dégage de l'acide sulfureux : cette circonstance prouve l'exactitude de la théorie que je viens d'indiquer.

Les Indiens ont également des moyens secrets pour blanchir la surface des agates. Il nous vient, par exemple, de ce pays des cornalines sur lesquelles on aperçoit des lignes blanches très-fines, entrelacées de manière à produire les plus singuliers effets. Ces ramifications superficielles s'obtiennent en recouvrant la pierre de carbonate de soude, et soumettant ensuite le tout à la chaleur d'un fourneau ou d'une moufle. L'émail blanc et opaque qui se produit dans cette opération est aussi dur que l'était primitivement la pierre, et a servi quelquefois avec succès à faire des camées.

Fer *météorique.*

Une portion de la masse de fer météorique que le capitaine Barrow avait trouvée, au sud de l'Afrique, à 200 milles du cap de Bonne-Espérance, était passée dans les mains de M. Sowerby, qui vient d'en faire une lame d'épée de deux pieds et demi de longueur. Cette lame a acquis, par la trempe, une très-grande élasticité; elle appartient maintenant à l'Empereur de Russie.

Suivant l'analyse de M. Tennant, le fer découvert par M. Barrow contient 10 pour 100 de nickel.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	744,06	— 1,6	96	744,24	+ 0,2	91	745,92	+ 0,8	97	749,94	— 1,0	96	+ 0,8	— 1,6	Couvert, brouillard.	S.
2	754,05	+ 0,4	96	753,37	+ 1,2	96	751,70	+ 1,1	96	746,75	+ 1,0	94	+ 1,3	+ 0,3	Couv., léger brouil.	S. O.
3	745,73	+ 3,7	91	749,35	+ 5,0	84	753,77	+ 3,5	85	759,50	— 0,6	95	+ 5,3	— 1,0	Couv., léger brouil	O.
4	760,86	— 2,8	96	760,07	— 0,8	82	758,97	— 0,0	75	759 08	— 2,0	84	— 0,0	— 3,8	Nuag., brouill., giv.	N.
5	762,57	— 3,0	78	762,93	— 0,5	68	763,36	+ 0,6	60	763,56	— 2,6	92	+ 0,6	— 4,5	Légers nuages.	N.
6	763,25	— 5,0	96	762,70	— 2,0	84	762,36	— 0,8	73	762,20	— 2,6	94	— 0,8	— 5,8	Beau, brouillard.	N. N. E.
7	762,70	— 0,5	96	762,95	+ 2,5	84	763,75	+ 0,5	58	766,73	— 7,8	58	+ 2,5	—10,0	Couvert.	N.
8	769,36	— 9,8	70	769,46	— 7,6	60	769,53	— 7,0	66	770,65	— 8,8	68	— 7,0	—10,4	Beau, léger brouil.	N. E. fort.
9	772,61	— 8,2	74	771,51	— 5,2	65	770,94	— 4,5	58	768,97	— 8,4	80	— 4,5	— 9,0	Nuageux.	N. E. fort.
10	765,89	—11,0	77	764,92	— 9,6	60	763,63	— 8,5	51	762,09	—11,8	70	— 8,5	—11,8	Légers nuages.	N. E.
11	759,37	—13,8	80	757,91	—11,0	73	756,35	— 9,8	69	755,01	— 9,3	75	— 8,8	—14,3	Nuageux, brouill.	N. O.
12	758,04	— 9,1	74	758,68	— 7,5	67	759,87	— 6,8	59	761,08	—10,1	73	— 6,4	—11,6	Nuageux.	S. E.
13	761,03	—11,8	75	759,99	— 7,3	60	759,70	— 5,5	52	760,88	— 9,5	86	— 5,	—12,8	Beau, brouillard.	N. E.
14	762,89	—11,2	82	761,85	— 7,8	78	760,82	— 6,2	70	759,23	— 9,8	80	— 6,	—12,3	Beau, léger brouil.	N.
15	753,61	—13,0	82	751,54	— 8,4	75	749,88	— 6,8	58	748,92	— 9,8	78	— 6 8	—13,3	Nuageux, brouill.	N.
16	750,51	— 8,5	84	751,54	— 5,2	89	752,40	— 2,8	93	754,63	— 2,8	97	— 2,8	—11,3	Couvert, brouillard.	N. O.
17	753,73	— 3,1	96	751,54	— 1,5	77	750,17	— 3,0	64	748,56	— 3,2	80	— 1,3	— 3,5	Légèrement couvert.	S. E.
18	747,36	+ 4,4	95	746,67	+ 5,6	95	746,00	+ 6,0	95	741,46	+ 5,8	95	+ 6,0	+ 3,9	Pluie fine, brouill.	S. fort.
19	740,20	+10,3	95	741,83	+12,1	90	739,90	+10,8	96	734,54	+10,3	97	+12,1	+10,0	Très-couvert.	S. S. O. fort.
20	748,60	+ 5,2	90	749,50	+ 7,8	84	746,80	+ 5,2	96	741,00	+10,3	92	+10,3	+ 5,2	Couvert, brouillard.	O. N. O.
21	746,36	+ 5,4	86	746,33	+ 8,0	78	747,06	+ 8,1	80	749,77	+ 4,6	88	+ 8,1	+ 3,8	Nuageux.	S. O. très-fort.
22	756,30	+ 1,3	95	758,73	+ 2,3	80	760,00	+ 2,5	65	763,03	— 0,3	73	+ 2,5	— 0,5	Couvert, brouillard.	N. E.
23	765,30	— 0,8	87	765,03	+ 1,5	84	764,50	+ 2,5	82	764,40	— 0,8	96	+ 2,5	— 3,4	Légers nuages.	S. E.
24	761,53	— 0,6	90	760,83	+ 3,5	71	760,02	+ 3,0	69	760,90	+ 3,2	83	+ 3,5	— 2,4	Légers nuages.	S. S. E.
25	759,48	+ 2,6	88	757,12	+ 5,1	76	754,33	+ 5,6	72	754,13	+ 5,0	94	+ 5,6	+ 1,0	Très-nuageux.	S. E.
26	754,84	+ 7,8	87	755,76	+ 9,8	80	755,64	+ 9,2	94	755,74	+ 9,7	96	+ 9,8	+ 6,8	Nuageux.	S. O. fort.
27	755,30	+11,2	97	754,55	+13,4	95	752,95	+12,0	79	750,37	+ 8,3	95	+13,4	+ 7,8	Nuageux.	S. O.
28	745,66	+ 7,8	96	746,23	+ 9,0	90	748,42	+ 8,0	96	754,03	+ 5,8	97	+ 9,0	+ 5,8	Très-Couvert.	S.
29	759,90	+ 4,9	81	761,00	+ 5,6	76	761,50	+ 4,8	76	763,10	+ 4,3	66	+ 5,0	+ 4,2	Couv., léger brouill.	N.
30	763,48	+ 2,6	75	762,77	+ 6,3	62	762,20	+ 5,8	61	762,56	+ 2,0	88	+ 6,3	+ 1,0	Très-nuageux.	S. O.
31	762,57	+ 1,1	93	762,53	+ 4,2	80	761,73	+ 5,5	60	762,20	+ 0,0	93	+ 5,5	— 1,2	Nuageux, brouill.	S. O.
1	760,11	— 3,8	87	760,15	— 1,7	77	760,39	— 1,4	72	760,95	— 4,5	83	— 1,0	— 5,8	Moyennes du 1 au 10	Pluie en centim.
2	753,53	— 5,1	85	753,11	— 2,3	79	752,20	— 1,9	75	750,53	— 2,8	85	— 0,9	— 6,0	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 4,190.
3	757,34	+ 3,9	89	757,35	+ 6,2	79	757,12	+ 6,1	75	758,20	+ 3,8	88	+ 6,5	+ 2,1	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 2,875.
	757,00	— 1,4	87	756,88	+ 0,9	78	756,59	+ 1,1	74	756,61	— 1,0	85	+ 1,7	— 3,0	Moyennes du mois	— 0,7.

MÉMOIRE

Sur la Conversion des matières animales en nouvelles substances par le moyen de l'acide sulfurique.

Par Henri Braconnot.

(Lu à la Société royale académique des Sciences, etc. de Nancy, le 3 février 1820).

Après avoir constaté que toutes les espèces de matières ligneuses, bois, écorces, paille, chanvre, etc., peuvent être transformées en gomme et en sucre par l'acide sulfurique, j'ai cru devoir étendre mes recherches sur quelques parties des animaux. Comme plusieurs d'entre elles, telles que la peau, le tissu cellulaire, les membranes, les tendons, les aponévroses et les cartilages se dissolvent entièrement dans l'eau bouillante et se convertissent en gélatine, cette substance s'est présentée la première à mes essais.

Action de l'acide sulfurique sur la gélatine.

12 grammes de colle-forte du commerce réduite en poudre ont été mélangés avec 24 grammes d'acide sulfurique concentré; vingt-quatre heures après, la liqueur n'était pas plus colorée que si, au lieu d'acide, on se fût servi d'eau; on y a ajouté un décilitre de ce liquide, et on l'a fait bouillir pendant cinq heures, en ayant soin de renouveler l'eau de temps en temps; la liqueur, suffisamment étendue, saturée avec de la craie, filtrée et éva-

porée, a fourni un sirop, lequel, abandonné pendant environ un mois, a donné des cristaux grenus qui adhéraient assez fortement au fond du vase où ils s'étaient formés, et d'une saveur sucrée très-marquée; on a décanté le liquide sirupeux surnageant, et lavé ces cristaux avec de l'alcool affaibli, qui les a dépouillés, du sirop dont ils étaient imprégnés; exprimés dans un linge et soumis à une nouvelle cristallisation, ils étaient passablement purs. Nous allons examiner les propriétés de ce sucre, qui pourrait à la rigueur constituer un genre nouveau si l'on ne craignait de trop les multiplier.

Du Sucre de gélatine.

Il cristallise beaucoup plus facilement que celui de canne : pour peu que sa dissolution soit concentrée par la chaleur, il se forme immédiatement à sa surface une pellicule cristalline, et à mesure qu'on la brise, il s'en forme successivement de nouvelles; mais lorsque l'évaporation a eu lieu lentement, on obtient des cristaux grenus, parfaitement durs, croquant sous la dent comme du sucre candi, et formés en prismes aplatis ou en tables groupées ensemble, souvent stabelliformes. Sa saveur sucrée est à-peu-près égale à celle du sucre de raisin : sa solubilité dans l'eau ne m'a paru guère plus considérable que celle du sucre de lait. Sa dissolution, mélangée à un peu de levure, n'a donné aucun indice de fermentation. L'alcool bouillant, même affaibli, n'a aucune action sur lui. Il est moins fusible que le sucre de canne, et résiste mieux que lui sans se décomposer à l'action du feu. Distillé, il a donné un léger sublimé blanc et un pro-

duit ammoniacal, d'où il résulte qu'il contient de l'azote. Cette matière sucrée semble, au premier aspect, avoir quelques analogies avec le sucre de lait; mais celui-ci, comme l'a observé M. Vogel, se convertit en sucre très-soluble dans l'eau et l'alcool par l'acide sulfurique; d'ailleurs le sucre de gélatine, traité par l'acide nitrique, ne donne point d'acide mucique, mais bien un acide nouveau assez particulier, que je vais faire connaître sous la désignation d'*acide nitro-saccharique.*

De l'Acide nitro-saccharique.

Si on verse de l'acide nitrique sur du sucre de gélatine encore coloré, il ne semble pas se dissoudre et devient très-blanc, tandis que l'acide se charge de la partie colorante : si on chauffe ce mélange, on obtient une dissolution; mais il ne se manifeste ni dégagement de vapeurs rutilantes ni effervescence apparente, comme cela arrive lorsqu'on traite les matières végétales ou animales avec l'acide nitrique : l'évaporation, poussée avec ménagement sur la fin, a laissé un résidu qui par le refroidissement s'est pris en une seule masse cristalline que l'on a pressée fortement dans du papier gris et fait cristalliser de nouveau; c'est l'acide nitro-saccharique. Le sucre de gélatine peut en donner beaucoup plus que son poids. Cet acide est très-soluble et cristallise avec la plus grande facilité en beaux prismes incolores, transparens, aplatis, légèrement striés, à-peu-près comme le sel de Glauber. Sa saveur acide, légèrement sucrée, est à-peu-près semblable à celle de l'acide tartrique. Exposé au feu, il se boursouffle beaucoup, fuse, mais

obscurément, et répand une vapeur piquante. Il ne produit aucun changement dans les dissolutions métalliques ou terreuses. Cet acide, uni à la potasse, forme un sur-sel et un sel neutre qui cristallisent l'un et l'autre en belles aiguilles ; cette combinaison a une saveur fraîche nitreuse : on y distingue cependant un arrière-goût sucré. Projeté sur un charbon ardent, il détonne à la manière du salpêtre. Le même acide dissout le carbonate de chaux avec une vive effervescence. La liqueur, évaporée à une douce chaleur, cristallise entièrement en beaux prismes aiguillés. Ce sel n'attire point l'humidité de l'air ; il est peu soluble dans l'alcool concentré. Projeté sur des charbons ardens, il se fond dans son eau de cristallisation, et détonne ensuite comme le nitre. Avec l'oxide de cuivre, cet acide forme aussi un sel cristallisable inaltérable à l'air : avec la magnésie, un sel déliquescent, incristallisable, qui se boursouffle considérablement au feu, fuse et laisse un résidu spongieux brun qui ressemble à une végétation. Uni à l'oxide de plomb, il produit un sel incristallisable, inaltérable à l'air, qui ressemble à de la gomme : exposé au feu, il produit une sorte d'explosion ; il dissout le fer et le zinc avec dégagement de gaz hydrogène, et il en résulte des combinaisons incristallisables.

Tels sont les seuls essais que j'ai faits sur cet acide, qui paraît être le résultat de la combinaison du sucre de gélatine avec l'acide nitrique. Il est remarquable que ce sucre puisse ainsi résister à l'action de l'acide nitrique sans donner des signes de décomposition ; il faut que ses élémens soient unis bien intimement, tandis que les autres matières organisées s'y décomposent avec déga-

gement plus ou moins abondant de gaz nitreux : il est vrai que ce sucre a été produit dans des circonstances particulières, différentes de celles qu'on peut supposer dans les êtres organisés.

Examen du sirop séparé du sucre de gélatine.

Ce sirop, d'un goût sucré bien prononcé, retenait encore une quantité du sucre dont nous avons parlé, mais dont la force de cohésion était vaincue par une matière peu azotée, susceptible d'être séparée en partie par le tannin, sous la forme d'un précipité rougeâtre très-divisé. Ce sirop, étendu d'eau, mélangé avec de la levure, et exposé long-temps dans un lieu chaud, n'a passé ni à la fermentation alcoolique, ni à la putréfaction. Exposé au feu, il a brûlé avec boursouflement, mais sans répandre l'odeur fétide qui caractérise les matières animales, et a laissé un charbon qui s'est incinéré avec la plus grande facilité ; en effet, la gélatine avait perdu une grande partie de ses caractères de matière animale pour se rapprocher des substances végétales médiocrement animalisées : comme, pendant l'action de l'acide sulfurique sur la gélatine, il ne s'est point sensiblement dégagé de gaz azote, j'ai dû présumer qu'il s'était formé de l'ammoniaque ; en effet, en broyant ce sirop avec de la potasse, il s'est manifesté un dégagement d'ammoniaque.

Ce sirop a montré fort peu de disposition à se dissoudre dans l'alcool ; cependant, lorsque celui-ci est affaibli et bouillant, il en dissout une portion et laisse déposer, en refroidissant, un sédiment blanchâtre formé

de sucre et d'une matière blanche particulière que nous ferons bientôt connaître. Le liquide alcoolique, évaporé, a fourni un sirop qui avait une odeur de miel très-prononcée, et qui a montré quelques dispositions à cristalliser.

La plus grande partie du sirop, qui a refusé de se dissoudre dans l'alcool affaibli, avait encore une saveur assez sucrée à travers laquelle on distinguait celle de la partie extractive du bouillon. J'ai vainement essayé de le faire cristalliser en précipitant, par le tannin, toute la matière animalisée qu'il pouvait en séparer.

Action de l'acide sulfurique sur la fibre musculaire.

Un morceau de chair de bœuf, bien divisé, a été mis en contact avec une grande quantité d'eau qu'on a renouvelée plusieurs fois pour en séparer toutes les parties solubles, et on a exprimé graduellement et fortement la matière fibreuse dans une toile. 30 grammes de cette fibrine, mélangés avec autant d'acide sulfurique, s'y sont ramollis et dissous sans que l'acide se colorât, et sans qu'il se dégageât d'acide sulfureux; on a exposé le mélange a la chaleur, pour favoriser la dissolution de quelques grumeaux, et on l'a laissé refroidir afin de pouvoir en séparer une couche de graisse, quoiqu'on ait eu la précaution de choisir une partie très-maigre : on a étendu la dissolution avec environ un décilitre d'eau, et on l'a fait bouillir pendant près de neuf heures, en renouvelant l'eau de temps en temps; puis on a saturé avec de la craie : la liqueur filtrée a fourni, par l'évaporation, un extrait qui n'était point sensiblement sucré, mais qui avait une

saveur très-marquée d'osmazome, au point qu'il me paraît qu'on pourrait la faire servir dans la préparation du bouillon. Cet extrait, broyé avec de la potasse, a laissé dégager de l'ammoniaque. Exposé au feu, il a brûlé avec boursoufflement, en laissant un charbon facile à incinérer. Sa dissolution ne s'est point putréfiée à une douce chaleur long-temps continuée. On a fait bouillir, à plusieurs reprises, cet extrait avec de l'alcool à 34° Beaumé : les liqueurs réunies ont laissé déposer, par le refroidissement, environ un gramme d'une matière blanche particulière, que je désignerai provisoirement par le nom de *leucine* (λευκος, blanc).

De la Leucine.

Cette matière desséchée était blanche, pulvérulente; mais elle retenait encore un peu de matière animale précipitable par le tannin; pour la séparer de cette dernière, je l'ai fait dissoudre dans l'eau, et j'y ai versé avec précaution une petite quantité de tannin; après quelques heures, j'ai filtré la liqueur, qui a passé incolore; je l'ai fait évaporer jusqu'à ce qu'il se formât à sa surface une pellicule, laquelle enlevée au bout de vingt-quatre heures, a laissé voir de petits cristaux grenus, mamelonnés, un peu croquans sous la dent, d'un blanc mat et tapissant le fond de la capsule; mais si on abandonne à l'évaporation spontanée une dissolution de leucine dans l'eau tiède, il se forme à sa surface une multitude de petits cristaux isolés, aplatis, parfaitement circulaires, qui ont exactement la forme des moules de bouton, avec un rebord à leur circonférence, et un point

ou une dépression dans leur centre. La leucine a un goût agréable de jus de viande ou de bouillon. Elle paraît spécifiquement plus légère que l'eau ; car elle surnage sur ce liquide. Chauffée dans un petite cornue de verre, elle se fond, mais à une température bien supérieure à l'eau bouillante, répand une odeur de viande grillée, et se sublime en partie sous la forme de petits cristaux blancs, grenus opaques ; le produit liquide contenait de l'huile empyreumatique, et rappelait au bleu la couleur rouge du tournesol. La dissolution de cette matière dans l'eau n'est point troublée par le sous-acétate de plomb, ni par les autres dissolutions métalliques, excepté le nitrate de mercure qui la sépare entièrement de son dissolvant sous la forme d'un précipité blanc floconneux ; le liquide surnageant prend une belle couleur rose.

La leucine se dissout aisément dans l'acide nitrique : si on expose cette dissolution à la chaleur pour en chasser la majeure partie de l'acide nitrique, on remarque qu'il se produit à peine une légère effervescence, mais sans aucune émission de vapeur rutilante ; le résidu, exposé à une chaleur douce de bain de sable, s'est solidifié en une seule masse cristalline, laquelle, pressée dans du papier gris et redissoute dans l'eau, a parfaitement cristallisé en fines aiguilles, divergentes, presque incolores. C'est encore un acide particulier, analogue à l'acide nitro-saccharique, mais dont la saveur franche m'a paru moins forte.

L'acide nitro-leucique forme, avec les bases salifiables, des sels qui ont un tout autre arrangement que les nitro-saccharates. Sa combinaison avec la chaux produit un sel inaltérable à l'air, cristallisé en petits groupes arrondis.

Ce sel, projeté sur un charbon ardent, se fond dans son eau de cristallisation, et fuse, mais moins rapidement que le nitro-saccharate de chaux. Avec la magnésie, il donne aussi un sel en petits cristaux grenus, n'attirant point l'humidité de l'air : nous avons vu que le nitro-saccharate de magnésie est déliquescent et incristallisable. J'avoue que j'ai négligé les autres propriétés de cet acide; j'ai voulu seulement me convaincre de sa nature particulière.

Examen du liquide alcoolique appliqué à l'extrait résultant de l'altération de la fibre musculaire par l'acide sulfurique.

Nous avons vu que ce liquide alcoolique avait laissé déposer par le refroidissement la leucine; mais il en retenait encore une quantité notable en dissolution. Evaporé, il a laissé un résidu épais, grumeleux, que l'on a délayé avec de l'alcool froid qui en a séparé la leucine assez pure, et a dissous une matière extractiforme rougeâtre, attirant un peu l'humidité de l'air, et d'un goût légèrement amer de viande fortement rissolée. Cette matière n'a éprouvé aucune altération de la part de l'acide sulfurique concentré. Dissoute dans l'eau, elle n'était que faiblement précipitée par le sous-acétate de plomb et par l'infusion de noix de galle. Le sulfate de fer peroxidé n'a produit aucun changement.

Examen de la matière insoluble dans l'alcool provenant de l'action sulfurique sur la fibre musculaire.

Cette matière était la plus abondante : je l'ai fait dissoudre une seconde fois dans l'eau pour en séparer

le sulfate de chaux qui lui était mélangé, et j'ai obtenu par l'évaporation un résidu extractiforme d'un brun jaunâtre attirant un peu l'humidité, et d'une saveur de bouillon due probablement à la leucine qu'il retenait encore. Exposé au feu, il a brûlé avec boursoufflement à la manière des substances médiocrement animalisées, et a laissé un charbon caverneux facile à incinérer. La dissolution de ce résidu extractiforme dans l'eau avait aussi une odeur de bouillon assez marquée. L'infusion de noix de galle y a formé un précipité rougeâtre, divisé comme celui qui est produit dans la dissolution des matières peu azotées.

Le persulfate de fer y a déterminé un précipité floconneux rougeâtre abondant; le nitrate d'argent un précipité gris; le nitrate de mercure un coagulum blanc. Comme le sous-acétate de plomb produit aussi dans cette dissolution un précipité blanc fort abondant, et ne précipite point la leucine, j'avais espéré que, par ce moyen, il me serait facile de séparer celle-ci, que je supposais devoir y exister; en conséquence j'ai précipité cette dissolution par le sous-acétate de plomb : filtrée, elle était presque incolore, et après avoir séparé l'excès de plomb qu'elle retenait par le carbonate d'ammoniaque, elle a donné par l'évaporation un résidu sirupeux très-peu coloré, d'une saveur semblable à celle de la leucine, mais duquel je n'ai pu isoler qu'une petite quantité de cette dernière.

Action de l'acide sulfurique sur la laine.

15 grammes d'étoffe de laine blanche coupée en petits morceaux ont été arrosés avec 60 grammes d'acide sulfu-

rique étendu du quart de son poids d'eau ; il s'est dégagé un peu d'acide sulfureux, et la laine a pris une couleur rougeâtre, mais sans se ramollir sensiblement ; on a exposé le mélange à la température de l'eau bouillante dans un bain-marie, et par l'agitation il s'est converti en un mucilage homogène ; on a continué l'action de la chaleur, et il en est résulté une dissolution d'une couleur rouge qui n'avait plus l'aspect mucilagineux et ne dégageait plus d'acide sulfureux ; elle a laissé déposer un sédiment qui s'est incinéré aisément, et qui était formé de sulfate de chaux, d'une matière grasse bitumineuse, d'une substance animale et d'une très-petite quantité de silice.

La dissolution acide, étendue d'une certaine quantité d'eau, a été mise en ébullition pendant environ neuf heures, puis on l'a saturée avec de la craie et fait évaporer ; on a obtenu un extrait jaunâtre d'un goût analogue à la matière extractive du bouillon, et il s'est comporté au feu de la même manière, si ce n'est que son charbon a été incinéré beaucoup plus facilement. Broyé avec de la potasse, il a dégagé de l'ammoniaque.

Le même extrait a été traité à plusieurs reprises par l'alcool affaibli bouillant, qui en a séparé une petite quantité de leucine et une matière peu animalisée, soluble dans l'alcool. Quant à la partie insoluble dans ce liquide qui était la plus considérable, elle avait le même goût de bouillon, et exactement toutes les autres propriétés que nous avons reconnues à celle que nous avons produite avec la fibrine.

Desirant savoir dans qu l état se trouvait la laine immédiatement après qu'elle a été convertie en muci-

lage, j'en ai humecté 8 grammes avec 16 grammes d'acide sulfurique affaibli de 4 grammes d'eau, et j'ai exposé le mélange pendant quelques minutes dans un bain-marie d'eau bouillante : par l'agitation, il en est résulté un mucilage épais d'un rouge lie de vin ; délayé avec de l'eau, il s'y est dissous, à l'exception d'une matière insipide blanchâtre qui se laissait pétrir entre les doigts comme de la pâte, et qui n'était que de la laine peu altérée par l'acide sulfurique. Le liquide acide, saturé avec de la craie, a donné par l'évaporation une matière inaltérable à l'air, ayant absolument l'aspect de la colle-forte du commerce, mais peu de cohésion, et se laissant facilement réduire en poudre. Sa saveur était désagréable. Exposé au feu, il a brûlé en répandant une odeur fétide, mais moins forte que celle de la laine qui brûle, et sans qu'il se dégageât d'acide sulfureux ; il est resté un charbon aussi facile à incinérer que celui des substances végétales. Cette matière, broyée avec de la potasse, a dégagé de l'ammoniaque. L'infusion de noix galle versée dans la dissolution de cette matière dans l'eau la précipite entièrement ; le précipité est blanchâtre, floconneux, divisé, et ne se réunit nullement en une masse élastique et colante comme celui formé dans la dissolution de gélatine. L'acétate de plomb en trouble à peine la transparence ; mais en y ajoutant de l'acide nitrique, il se forme un petit précipité insoluble de sulfate de plomb. Le nitrate de mercure, ainsi que le sous-acétate de plomb, y forment des précipités blancs fort abondans. Le persulfate de fer coagule entièrement la dissolution en une masse d'un rouge orangé, précisément comme celle qui est produite par le même réactif dans une dissolution de gélatine.

L'alcool bouillant n'a presque aucune action sur cette matière ; elle diffère donc sensiblement de celles que nous avons vues précédemment.

Je me propose, dans un autre travail, d'examiner la réaction de l'acide sulfurique sur d'autres corps.

Il résulte des principaux faits contenus dans ce Mémoire :

1°. Que les substances animales peuvent être transformées en substances beaucoup moins azotées par l'intervention de l'acide sulfurique ;

2°. Que cette transformation est opérée par une soustraction d'hydrogène et d'azote dans les proportions nécessaires pour faire l'ammoniaque, et probablement par une absoption d'oxigène de l'acide sulfurique ;

3°. Que la gélatine peut être ainsi convertie en une espèce de sucre très-cristallisable, *sui generis*, qui n'existe vraisemblablement pas dans la nature ;

4°. Que ce sucre se combine intimement à l'acide nitrique, sans le décomposer sensiblement, même à l'aide de la chaleur, et qu'il en résulte un acide cristallisé particulier que j'ai désigné sous le nom d'*acide nitro-saccharique* ;

5°. Que la laine, et surtout la fibrine, traitées par l'acide sufurique, donnent naissance à une matière blanche particulière que j'ai désignée par le nom de *leucine* ;

6°. Que cette matière, chauffée avec l'acide nitrique, ne le décompose pas sensiblement, et produit un acide nitro-leucique cristallisable ;

7°. Enfin, que d'autres substances incristallisables et sapides analogues à certains principes des végétaux sont aussi produits par la réaction de l'acide sulfurique sur les substances animales les plus insolubles.

SECOND *Extrait du Rapport du Jury central sur les Produits de l'Industrie.*

Arts métallurgiques.

Nous comprenons dans cet extrait les arts qui préparent les métaux et les mettent dans un état convenable pour servir de matériaux à d'autres arts, mais sans les affecter à un usage déterminé.

Préparation des Métaux.

Fer.

Cette partie de la métallurgie qui a pour objet le traitement et la préparation du fer a fait des progrès marqués depuis la dernière exposition.

En 1806, il n'existait qu'une seule usine, celle du Creusot, où les minerais de fer fussent fondus par le moyen de la houille carbonisée, dite *coke;* et il n'en était aucune où l'on sût faire usage du fer *carbonaté terreux*, espèce de minerai qui se trouve dans les houillères, et auquel certaines usines étrangères doivent leur célébrité, l'abondance et le bas prix de leurs produits. Nulle part, en France, ce précieux minerai n'était l'objet d'une exploitation, ni même d'une recherche sérieuse. On a vu à l'exposition, de la fonte grise obtenue en employant parmi les minerais, du fer carbonaté sorti des houillères du département de la Loire. Cette méthode sera bientôt pratiquée avec plus de développement dans de grands établissemens qui se forment pour cet objet.

Il est également très-probable que bientôt on exécutera en grand, et dans un cours réglé de fabrication, le procédé d'affinage au fourneau de réverbère avec la houille brute, et qui est connu sous la dénomination d'*affinage anglais*. Ces deux innovations sont au nombre des améliorations les plus avantageuses qu'on puisse espérer. D'autres faits, sans avoir la même importance, indiquent un mouvement sensible de perfectionnement dans le travail métallurgique du fer.

Le jury départemental du Jura annonce que MM. Lemire, maîtres de forges à Clairvaux, sont parvenus à obtenir constamment des fers très-doux, en n'employant que des fontes aigres, par un procédé qui consiste à mêler avec la fonte une certaine quantité de minerai semblable à celui dont elle provient.

Dans le département de l'Isère, les forges catalanes commencent à remplacer un mode vicieux d'affinage. Dans celui de l'Allier, M. Rambourg fabrique des fers qui résistent aux plus fortes épreuves, tant à froid qu'à chaud. M. Aubertot, maître de forge à Vierzon, département du Cher, a adapté à ses hauts fourneaux et à ses affineries des fours à réverbères qui sont échauffés par le calorique superflu. A l'aide de cette disposition, ce calorique, qui aurait été perdu, est employé à chauffer les fers et les aciers pour d'autres manupulations.

Dans un grand nombre de forges, les soufflets à piston ont remplacé les anciens soufflets; mais de tous les perfectionnemens donnés aux moyens mécaniques, le plus remarquable, sans doute, est celui qui a été introduit depuis deux ans par M. Dufaud, ancien élève de l'école

Polytechnique, dans les forges de Grossouvre, département du Cher.

Au lieu de battre le fer au martinet pour le réduire en barres, on étire la loupe entre des cylindres de laminoir cannelés, suivant la forme que l'on veut donner aux barres. Cet appareil accélère considérablement le travail, et donne une grande précision dans les formes. Mais le procédé ne sera au *maximum* de son effet que lorsqu'on y aura joint des moyens d'affinage dont la célérité réponde à celle du travail mécanique, en sorte que les laminoirs ne soient jamais dans le cas de chômer : l'affinage au fourneau à réverbère, dont nous avons parlé ci-dessus, peut satisfaire à ces conditions. D'après le mouvement favorable qui se développe de tous côtés dans cette partie de l'industrie, il est extrêmement probable que bientôt nous aurons des forges où ces deux moyens puissans et expéditifs de travail seront combinés l'un avec l'autre.

Toute amélioration dans l'art qui a pour objet de préparer le fer, même celle qui pourrait paraître la plus légère, est nécessairement d'un grand intérêt. On compte en France environ trois cent cinquante hauts fourneaux et quatre-vingt-dix-huit forges catalanes. Chaque année, les hauts fourneaux produisent en fonte moulée à-peu-près 145,000 quintaux métriques, et en fer forgé 640,000 quintaux métriques. Les forges catalanes donnent à-peu-près 150,000 quintaux métriques de fer forgé. On sent qu'une amélioration qui fait sentir ses effets dans une aussi grande masse de produits ne peut avoir que des résultats très-importans.

Des épreuves rigoureuses et multipliées convainquirent

le jury de 1806 que la France était plus riche en bons fers qu'on ne l'avait cru jusqu'alors. L'exposition de 1819 offre un résultat aussi satisfaisant. Il faut cependant avouer qu'on reproche à nos fers d'être d'un prix beaucoup plus élevé que ceux des nations voisines ; c'est un genre d'infériorité que nos maîtres de forges doivent s'appliquer à faire disparaître. Les progrès des arts métallurgiques en fournissent les moyens, et tout fait espérer que ce résultat ne se fera pas long-temps attendre.

Acier.

Quoique l'art de fabriquer l'acier fût depuis long-temps pratiqué avec succès en Allemagne et en Angleterre, ce n'est, à proprement parler, qu'en 1786 qu'on a commencé à connaître la composition de l'acier, en quoi il diffère du fer, et ce qui constitue l'opération de la formation de l'acier. L'Europe dut cette connaissance à MM. Berthollet, Monge et Vandermonde, qui publièrent sur cette matière un travail important et qui a fait époque. La France fabriquait, à la vérité, de l'acier naturel ; mais jusqu'alors elle était demeurée à-peu-près étrangère à la fabrication de l'acier cémenté et de l'acier fondu. Depuis il a été fait, pour établir cette industrie parmi nous, des entreprises qui ont eu des succès plus ou moins heureux.

On ne vit point d'échantillons d'acier à l'exposition de l'an IX (1801) ; il en fut présenté, mais en petit nombre, à celle de l'an X (1802). Ils furent plus nombreux à l'exposition de 1806 : le jury les fit essayer par des artistes expérimentés dans l'art de la forge et dans l'emploi de l'acier ; il fut reconnu qu'ils étaient générale-

ment de bonne qualité, et qu'il y en avait plusieurs d'excellente. On put remarquer que les fabriques d'acier se multipliaient, et qu'elles n'affectaient pas de localité particulière; car on en trouvait dans des départemens qui appartenaient à des contrées éloignées les unes des autres, et faisant partie de l'ancien territoire de la France. On avait donc des motifs d'espérer que cette industrie ne tarderait pas à être complètement établie; mais elle avait encore d'importans progrès à faire. On desirait que l'art de raffiner l'acier naturel et l'acier cémenté, et d'assortir constamment les différentes qualités pour les différens arts, devînt plus commun, plus sûr et plus économique. En examinant les aciers présentés par les fabricans français, on regrettait de n'y voir aucun échantillon d'acier fondu. On n'a commencé à le fabriquer avec quelque succès qu'en 1809; c'était dans le département de l'Ourte, qui a cessé de faire partie de la France.

L'exposition de 1819 a appris au public que l'important problême de la fabrication de l'acier a été complètement résolu par les fabricans français. Des aciéries établies dans vingt et un départemens ont envoyé à l'exposition des échantillons d'aciers de toute espèce. Le mérite de ces produits, aussi variés qu'abondans, est constaté par le suffrage et par les commandes multipliées du commerce, aussi-bien que par les épreuves auxquelles le jury les a fait soumettre, et dont il n'a pas cru devoir se dispenser, quoique sa conscience fût suffisamment éclairée par les savans rapports qui ont rendu compte des essais déjà faits par les ordres de l'Administration des mines.

Aujourd'hui ce ne sont plus de simples tentatives ; la fabrication est établie en grand et fournit abondamment aux besoins du commerce. Le jury aura occasion de rendre explicitement justice au mérite des différens établissemens. Il en est cependant un qui doit fixer particulièrement l'attention, c'est celui de la Bérardière, près de Saint-Etienne, département de la Loire, appartenant à M. Milleret. Cette fabrique, dont les produits sont déjà célèbres sous le nom d'*aciers de la Bérardière*, n'existe que depuis trois ans ; elle doit le haut degré de perfection auquel elle est si rapidement parvenue, aux directions de M. Beaunier, ingénieur en chef des mines et directeur de l'Ecole des mineurs établie à Saint-Etienne, qui a consacré à sa création une partie de son temps et les ressources qui résultent d'une culture approfondie des sciences, réunie au talent d'observer et de bien faire exécuter.

Le jury s'est félicité d'avoir un grand nombre de distinctions à décerner pour la fabrication des aciers et pour les arts qui en dépendent. L'industrie française présentait une lacune dans cette partie si importante ; aujourd'hui cette lacune est remplie.

Laiton et Zinc.

La fabrication du laiton brut manquait totalement, en 1806, à l'ancien territoire de la France. Cet alliage s'obtient en combinant le cuivre rouge avec le zinc. Ce dernier métal, qui porte le nom de *calamine* quand il est à l'état d'oxide, était l'objet d'une grande exploitation dans les départemens de la Roer et de l'Ourte ; mais

quoiqu'on connût dans l'ancienne France quelques gîtes de minerai de zinc, nulle part on n'avait songé à les exploiter.

C'est vers l'année 1810 que la fabrication du laiton s'est naturalisée sur l'ancien territoire de la France. Avant cette époque, il avait existé une fabrique de ce genre à Landrichamp, dans les Ardennes; mais elle était sans activité lorsque celle de Fromelenne fut fondée par M. de Contamine. Dans celle-ci, on faisait du laiton, et on traitait le zinc même au laminoir et à la filière; mais on était obligé de faire venir ce métal de Liége.

Aujourd'hui la fabrication du laiton brut est en activité dans plusieurs grandes usines. Néanmoins elle n'est pas encore assez étendue pour satisfaire à tous les besoins des arts français, et nous sommes obligés d'en tirer de l'étranger une quantité assez considérable.

Il a été fait, en 1818, des essais pour parvenir à remplacer la calamine, dont la France ne possède plus aucune exploitation, par la *blende* ou zinc sulfuré, que nous possédons en abondance, et dont jusqu'ici on n'avait fait aucun emploi. Ces expériences, entreprises sous les auspices de l'Administration des mines, ont eu d'heureux résultats. On a vu, à l'exposition, du laiton brut fabriqué par M. Boucher fils, de Rouen, avec la blende en remplacement de la calamine. Le jury a vu ce produit avec une véritable satisfaction.

Platine.

Le platine réunit plusieurs propriétés qui le font rechercher. De tous les métaux connus, il est celui dont

les changemens de température font le moins varier les dimensions. Il s'oxide très-difficilement, et n'est pas attaquable par les acides le plus communément employés dans les arts. Ces qualités le rendent très-propre à être employé dans la construction des instrumens de précision, et à faire des vases et des creusets pour les fabriques d'acide, pour les laboratoires de chimie et pour la cuisine.

Dans l'état où le platine nous est apporté par le commerce, il se trouve mêlé avec d'autres substances métalliques qui altèrent sa pureté, le rendent cassant et difficile à travailler.

M. Jeannety est un des premiers qui aient mis dans le commerce des ustensiles de platine : il présenta à l'exposition de l'an x (1802) des bijoux et des instrumens de chimie faits de ce métal ; mais tous ces objets étaient dans des dimensions assez bornées.

M. Bréant, vérificateur des essais à la Monnaie, en faisant des recherches sur ce métal, a trouvé un procédé de purification qui le rend facilement malléable. Cette découverte a tellement fait baisser le prix des ustensiles et des vases fabriqués en platine, qu'ils ont été mis à la portée des fabricans. En considération de ce service, M. Bréant a été placé par le jury au nombre des artistes qui ont contribué aux progrès de l'industrie.

Tous les objets en platine qui ont été mis à l'exposition de 1819 ont déjà reçu des formes qui les rendent propres à des destinations déterminées; mais les objets dont il s'agit ont été exposés comme des résultats de l'art de purifier et de préparer ce métal, et comme une preuve du degré d'avancement auquel il est parvenu :

c'est surtout comme produit de la métallurgie que nous devons les considérer.

MM. Cuoq et Couturier, de Paris, rue de Richelieu, n° 107, ont exposé des vases, des capsules, des creusets et des cafetières en platine, d'une bonne fabrication, des médailles de platine fort belles, et du platine réduit en feuilles aussi minces que les feuilles d'or.

On a remarqué comme produit très-distingué le grand vase fait en un seul morceau et pouvant contenir 200 litres.

Ils ont aussi présenté un vase de cuivre plaqué en platine parfaitement exécuté.

Ces fabricans ont mis le platine dans le commerce en grande quantité, et à des prix si modérés que ce métal est aujourd'hui employé pour la construction des appareils dans les manufactures d'acide sulfurique. Ils font préparer en grand, par M. Bréant, le platine qu'ils emploient.

Etain.

L'exploitation de l'étain est née en France depuis l'exposition de 1806; à cette époque, la France n'en possédait aucune mine. Sur quelques indices recueillis à Vaulry, dans le département de la Haute-Vienne, et, plus tard, à Piriac, dans celui de la Loire-Inférieure, le Gouvernement y fit faire, à ses frais, par l'Administration des mines, les recherches dont le résultat a été l'ouverture de deux mines qui donnent déjà quelques produits. Quand le minerai est traité avec soin, l'étain français ne le cède en rien à ceux de Banca et de Malacca.

Les produits des mines de Vaulry et de Piriac ont été présentés à l'exposition : à côté du minerai et du métal on avait placé une glace étamée avec une feuille d'étain français ; elle était nette et brillante.

L'étain est un métal dont l'usage est très-répandu, et dont les applications dans les arts sont très-nombreuses et très-importantes ; on doit regarder la découverte de ce métal en France comme une acquisition précieuse. Le Corps royal des mines s'est fait un titre réel à la reconnaissance publique en procurant à la France une substance dont on croyait jusqu'ici son sol entièrement dépourvu.

Laminage.

La fabrication de la tôle avait peu d'étendue en France en 1806 ; aujourd'hui elle est en grande activité dans plusieurs départemens. On a vu à l'exposition des tôles envoyées par des établissemens formés dans les départemens de l'Aude, des Ardennes, de l'Isère, de la Nièvre, du Cher, du Doubs et de la Côte-d'Or. Dans plusieurs des établissemens de ce genre, l'usage du laminoir a été introduit avec le plus grand succès ; les progrès de cette fabrication ont été considérables. On estimait, il y a cinq ans, que les usines françaises ne fournissaient pas le tiers de la tôle nécessaire à la France ; aujourd'hui tout porte à croire que la France fabrique assez de tôle pour sa consommation, et ses produits de ce genre sont aussi recommandables par leur bonne qualité que par leur belle exécution.

A l'époque de la dernière exposition, l'art de fabriquer le fer-blanc n'était pas aussi avancé en France, et

surtout aussi répandu qu'on pouvait le desirer. Les plus beaux échantillons qui parurent à cette exposition avaient été envoyés par le département de l'Ourte, qui ne fait plus partie de la France.

Les nombreux échantillons de fer-blanc qu'a réunis l'exposition de 1819 prouvent que cette industrie a fait de très-grands progrès. L'influence de la bonne fabrication de la tôle sur celle du fer-blanc, s'y manifeste d'une manière évidente.

Les fer-blancs mis à l'exposition ont été soumis à des examens comparatifs, sous le rapport du brillant, et à des épreuves difficiles à soutenir, sous le rapport de la ductilité. Le jury a reconnu que, sous tous ces rapports, ils sont d'excellente qualité, et que c'est à juste titre que nos manufactures de fer-blanc jouissent de la confiance du commerce.

Cette fabrication a pris un tel développement qu'elle paraît dès à présent suffire aux besoins de la France (1).

---

(1) L'établissement d'Imphy a présenté des feuilles de tôle à grandes dimensions, parfaitement fabriquées, et dont le poids était de plus de 100 kilogrammes par feuille.

La ductilité des fer-blancs de la fabrique de MM. Mertian frères (Oise) a été constatée par les épreuves les plus exactes. On les a soumis à l'emboutissage; des feuilles ont été amenées à la forme de calottes hémisphériques ou de pavillons de trompettes : elles ont reçu cette forme sans se gercer ni se fendre.

La fabrique de Romilly (Eure) a exposé de belles planches de cuivre passées au laminoir, qui avaient 4 mètres de long sur plus de 2 mètres de large.

Tréfilerie.

La fabrication des fils de fer est depuis long-temps établie en France : celle des fils d'acier n'y est pas aussi ancienne ; M. Mouchel, de l'Aigle, département de l'Orne, en présenta, pour la première fois, à l'exposition de 1806, un assortiment où l'on trouvait des fils gradués pour tous les besoins des arts.

Les tréfileries françaises jouissent d'une grande réputation : les produits en fils de fer et en fils de laiton qu'elles ont envoyés à l'exposition de 1819 sont tout-à-fait dignes de cette réputation et propres à y ajouter. Les fils d'acier sont de bonne qualité, et se perfectionnent tous les jours. La fabrication française, dans ce genre, excède les besoins de la consommation, et il s'en exporte à l'étranger.

La fabrication de M. Mouchel fils, à l'Aigle (Orne), est considérable ; elle entretient en activité plus de trois cents ouvriers : ses produits sont vendus en France et à l'étranger. L'accroissement que cet établissement a pris prouve qu'il travaille à la satisfaction du commerce. Ses prix sont modérés et ses qualités très-bonnes.

Fabrication d'outils.

Limes et Râpes.

La fabrication des limes n'est pas ancienne en France ; il y a moins de quarante ans qu'elle y était à peine connue, et nos produits dans ce genre étaient très-imparfaits.

Des tentatives furent d'abord faites pour en établir des fabriques à Amboise et à Soupes, près Nemours; mais ces entreprises n'eurent que des succès incertains. Les limes qu'elles produisirent ne furent pas très-recherchées dans le commerce.

M. Raoul est le premier qui ait établi en France une fabrication suivie de limes dont les produits aient joui d'une véritable estime. Il en présenta à l'exposition de l'an VI (1798), qui furent trouvées d'une excellente qualité; il parut aux expositions de l'an IX (1801), et de l'an X (1802), avec des produits d'une perfection toujours croissante.

A l'exposition de 1806, des limes furent envoyées par les départemens d'Indre-et-Loire, du Calvados, de l'Ourte, et par l'Ecole des arts et métiers alors établie à Compiègne; elles étaient bien taillées et de bonne qualité. Cependant le jury se borna à les distinguer par une médaille d'argent et par trois mentions honorables. En agissant avec cette réserve, il indiquait assez qu'il attendait de nouveaux progrès. Son attente n'a point été trompée : l'exposition de 1819 a prouvé que la fabrication des limes a pris de grands accroissemens, et qu'elle s'est perfectionnée. La qualité des limes s'est améliorée en proportion des progrès que l'on a faits dans l'art de préparer l'acier, et la taille est devenue plus correcte.

Les limes et les râpes présentées à l'exposition de 1819 ont été envoyées par les départemens de l'Isère, de la Haute-Saône, de l'Aude, du Loiret, de l'Arriége, de la Haute-Garonne, de la Côte-d'Or, d'Indre-et-Loire, de la Loire, de la Marne et de la Seine.

Le jury a fait soumettre toutes ces limes à des épreuves

multipliées, et il s'est assuré qu'il n'y en a aucune qui ne soit de très-bonne qualité.

Faux et Faucilles.

Depuis long-temps on desirait voir s'établir en France la fabrication des faux. Quelques efforts pour obtenir ce résultat furent faits, en 1794 et 1795, par la Commission d'agriculture et des arts. Des faux furent présentées à l'exposition de l'an x (1802) par M. Bornèque l'aîné, fabricant à Bischwillers, qui fut honorablement mentionné. Insensiblement cette industrie prenait de l'essor; et la fabrication des faux, que plusieurs pays étrangers avaient long-temps regardée comme le patrimoine de leurs habitans, commença, en l'année 1806, à offrir des résultats satisfaisans. Les départemens des Vosges, du Jura, du Haut-Rhin, de la Moselle, du Doubs et des Hautes-Alpes, envoyèrent à l'exposition des produits en faux et faucilles, qui méritèrent d'être distingués par des médailles d'or ou d'argent, et par des mentions honorables. Cependant on ne pouvait se dissimuler que les progrès de l'art de fabriquer les faux étaient subordonnés à ceux de l'art de faire l'acier. Nous voyons effectivement que ces deux industries sont presque toujours réunies dans les mêmes mains, et qu'elles se sont développées en même temps pour se montrer ensemble, à l'exposition de 1819, sous un aspect également florissant. Les faux et les faucilles qu'on y a vues ont été envoyées par les départemens de l'Isère, du Calvados, de l'Arriége, de la Haute-Garonne, du Doubs et de la Haute-Saône.

On peut se faire une idée de la rapidité et de la grandeur des accroissemens de cette fabrication, par le fait suivant : on estimait, en 1816 et 1817, qu'il ne se fabriquait dans toute la France que soixante-douze mille faux par an; aujourd'hui la fabrique seule de MM. Garrigou, à Toulouse, en fabrique cinquante mille. L'état progressif de cette branche nouvelle d'industrie fait espérer que les fabriques françaises suffiront prochainement à nos besoins, et qu'elles feront bientôt cesser l'importation des faux étrangères.

Scies et Outils de fer et d'acier.

On peut mettre la fabrication des scies au nombre des nouvelles acquisitions de l'industrie française. Comme la fabrication des limes et comme celle des faux, elle se ressent de la perfection à laquelle on est parvenu, depuis quelques années, dans la préparation de l'acier. On voit la preuve des progrès que la fabrication des scies a faits parmi nous, dans les articles de ce genre envoyés par les départemens de la Haute-Saône, de la Loire et du Bas-Rhin.

Il a été formé, vers la fin de 1817, à Molsheim, dans le département du Bas-Rhin, par MM. Coulaux frères, entrepreneurs de la manufacture d'armes de Klingenthal, un établissement dans lequel la fabrication des outils de menuiserie, et d'autres outils en fer et en acier, est unie à la fabrication des scies. Ils ont appelé à Molsheim une colonie d'habitans des pays qui sont en possession de fournir avec le plus de succès tous ces objets au commerce. Cette colonie comptait, dans son principe, trente-

six maîtres et douze compagnons. Au 10 juillet 1819, elle avait déjà été augmentée de quatre-vingt-dix ouvriers français, précédemment employés dans les manufactures d'armes blanches de Mutzig et de Klingenthal, et qui étaient devenus inutiles par la réduction des commandes d'armes au pied de paix. C'est une opération très-judicieuse que l'établissement, dans le voisinage l'une de l'autre, de deux fabrications, entre les procédés desquelles il existe une grande analogie, dont l'une a sa plus grande activité dans les temps de guerre, et l'autre tire toute la sienne des arts que la paix fait fleurir. Si des changemens de circonstances exigent que l'un des établissemens augmente ou diminue le nombre de ses ouvriers, l'autre pourra lui donner les renforts nécessaires ou recevoir son excédant : ce n'est pas une idée moins heureuse que d'avoir établi une fabrique de coutellerie dans les bâtimens de Klingenthal, devenus vacans par la réduction de la fabrication des armes.

Les outils de Molsheim, qu'on a vus à l'exposition, sont très-bien fabriqués, de bonne qualité, et livrés au commerce à des prix modérés. Cet établissement, ainsi que celui de Klingenthal, sont dignes de toute la protection du Gouvernement.

Quincaillerie.

Ustensiles en fonte de fer.

M. Baradelle, de Paris, a présenté des ustensiles, des outils, des clous, des pièces de machine, des couverts de table, etc. en fonte de fer douce; produits qui sur-

passent tout ce qu'on avait fait jusqu'ici en France dans le même genre.

M. Wurtz, à Strasbourg, a envoyé à l'exposition des vases de fonte de fer émaillés, qui résistent au feu et aux variations de température.

M. La Forge de Creutzwald (Moselle) a présenté des fourneaux, des braisières et d'autres objets en fonte de fer, moulés avec beaucoup de netteté, et d'une bonne forme. Les épaisseurs ont été réglées à la fonte, de manière à être réduites à ce qui est nécessaire pour la solidité.

Horlogerie.

Horlogerie de fabrique.

La branche d'industrie qui est désignée sous le nom d'*horlogerie de fabrique*, fournit des ébauches de mouvemens pour montres et pendules, ou simplement des matériaux préparés pour le service des horlogers, comme ressorts, fils d'acier pour pignons, etc.; elle produit aussi des ouvrages finis, mais dans le genre commun, et les verse dans le commerce par assortimens plus ou moins nombreux.

Les fabriques d'horlogerie qui ont envoyé leurs produits à l'exposition sont situées dans les départemens du Doubs, du Haut-Rhin et de la Seine-Inférieure. La plus étendue de toutes est celle de MM. Jappy, à Beaucourt, département du Haut-Rhin. Elle fut fondée, il y a environ quarante ans, par le père des propriétaires actuels. On y fabrique des ébauches de mouvemens de montres

par machines, avec une telle économie de main-d'œuvre, que les mouvemens bruts, qui coûtaient autrefois 6 à 7 francs pièce, sont livrés aujourd'hui au commerce à des prix qui varient depuis 1 franc 40 centimes jusqu'à 2 francs : c'est une réduction de plus de 71 pour cent sur les prix qui résultaient des anciens procédés. Cette intéressante manufacture fut détruite de fond en comble, le 1er juillet 1815, par un incendie qu'y allumèrent les troupes étrangères ; mais elle a été relevée de ses ruines. Dans son état actuel, elle emploie de neuf cents à mille ouvriers, qui fabriquent par mois quatorze cents à seize cents douzaines d'ébauches de montres. La dixième partie seulement de ces produits est employée en France ; le surplus est vendu à l'étranger.

Le département du Doubs possède un autre établissement où l'on fabrique par mécanique des ébauches de mouvemens de montres. Il a été formé à Seloncourt, près Montbéliard, par MM. Beurnier frères. Il est moins étendu que celui de Beaucourt. Il produit environ trois cent quarante douzaines par mois. Les prix varient depuis 19 francs 50 centimes la douzaine jusqu'à 20 francs 50 centimes, ou depuis 1 franc 63 centimes jusqu'à 1 franc 71 centimes la pièce. La vingtième partie seulement de ces produits est vendue en France.

En 1793, une colonie d'horlogers suisses, attirée par les encouragemens du Gouvernement, s'établit à Besançon et y fonda une fabrique de montres qui compte actuellement à-peu-près huit cents ouvriers des deux sexes. Cette population industrielle, subsistant encore après un laps de vingt-six ans, prouve que cette fabrication a pris racine, et qu'elle est définitivement établie.

Les horlogers n'y sont pas réunis en un corps unique de fabrique; les ouvriers des divers genres travaillent, dans leurs habitations particulières, pour des établisseurs, ou pour des comptoirs qui reçoivent les produits et les versent dans le commerce : les ébauches sont tirées de Beaucourt ou de Seloncourt; les montres sont finies à Besançon. On en fabrique annuellement environ trente mille avec leurs boîtes en or, en argent, en cuivre ou en similor.

Le finissage est la partie du travail de l'horlogerie qui suppose l'industrie la plus distinguée, et qui est la plus lucrative. On voit avec regret que les fabriques de finissage soient si peu étendues, qu'elles sont à peine suffisantes pour employer la dixième partie des mouvemens bruts qui se fabriquent en France. Il est à desirer que nos horlogers n'abandonnent pas plus long-temps une aussi grande masse de travail aux étrangers.

Nous avons aussi des fabriques pour ébauches de mouvemens de pendules à la mécanique.

MM. Jappy frères en ont établi une dans le département du Doubs, à Badevel près Montbéliard. On y fait annuellement quatre mille huit cents mouvemens de pendules, dont les trois quarts sont vendus aux horlogers de Paris.

Il y a environ un siècle qu'une fabrique de mouvemens bruts de pendules fut fondée à Saint-Nicolas d'Aliermont, dans le département de la Seine-Inférieure. Elle occupait à-peu-près trois cents ouvriers. Leur industrie n'avait point participé aux progrès communs; elle était demeurée au même état où elle se se trouvait au moment de sa fondation. Les moyens de travail étaient si impar-

faits et les résultats si peu estimés, qu'ils ne pouvaient soutenir la concurrence étrangère, et leur vente ne procurait plus aux ouvriers un salaire suffisant pour leur subsistance : la fabrique était, en 1807, au moment de s'éteindre, lorsqu'un administrateur éclairé, M. Savoye de Rolin, appela et fixa à Saint-Nicolas-d'Aliermont M. Honoré Pons, habile horloger de Paris, qui avait mérité une médaille d'argent à l'exposition de 1806. M. Pons a établi dans cette fabrique un autre système de travail. Des machines de son invention, au nombre de huit, sont employées pour les différentes opérations qui avant lui s'exécutaient péniblement à la main ou avec des instrumens imparfaits. La dextérité des ouvriers, aidés par ces nouveaux moyens, a donné des produits de meilleure qualité, et, dans le plus grand nombre des ateliers, ils ont été décuplés. Cette fabrique est aujourd'hui entièrement relevée. Les mouvemens qu'elle fait sont vendus aux premiers horlogers de Paris pour être finis.

L'horlogerie de fabrique est importante ; elle entretient une grande masse de travail, et particulièrement dans les campagnes, où ses ateliers sont presque toujours situés ; une branche assez considérable de commerce lui doit son existence. Le jury a décerné, pour cette partie, diverses distinctions qui vont être spécifiées.

Horlogerie astronomique.

On ne comprend pas sous cette dénomination les machines par lesquelles on se propose de représenter les mouvemens des corps qui composent le système solaire.

Des artistes ont souvent consumé leur temps à produire des machines de ce genre qui supposaient une force de tête rare, un esprit fécond en ressources et une grande habileté de la main. Le jury ne croit pas que l'on doive encourager les artistes à marcher dans cette route. Les plus parfaites de ces machines ne donnent qu'une idée incomplète et souvent fausse de la marche des corps célestes ; elles sont toujours plus compliquées que le grand mécanisme qu'elles prétendent représenter; elles ne sont pas comprises par ceux qui ignorent l'astronomie, et n'attirent pas même les regards de ceux qui la savent. Enfin, il n'est point d'éphémérides qui ne contiennent des notions plus précises et plus complètes sur la position des astres à un instant donné : de plus, ces machines ne sont pas l'objet d'un commerce suivi.

Le véritable objet de l'horlogerie est de donner exactement la mesure du temps par les moyens les plus simples, les plus solides et les moins sujets à réparation, et tels que la marche de la machine ne soit pas troublée par les variations de température, par les changemens de position ou par le transport.

M. Breguet et feu M. Louis Berthoud présentèrent aux expositions de 1802 et de 1806, des horloges marines et des garde-temps d'une exactitude qui égalait celle des instrumens les plus parfaits connus. Cet art, important et difficile, a fait des progrès depuis 1806. Ces progrès seront constatés par le compte qui va être rendu des objets de ce genre qui ont été exposés, et qui placent M. Breguet à la tête de son art en Europe.

M. Breguet père, membre de l'Académie des Scien-

ces, et M. Breguet fils, ont leurs ateliers quai de l'Horloge, n° 79, à Paris.

Le public, qui s'est toujours porté en foule auprès des brillans produits de leurs fabriques, aura pu juger par lui-même combien est méritée la haute réputation dont jouit l'horlogerie de ces artistes célèbres.

Les personnes qui s'intéressent aux progrès de la navigation et des arts, nous ajouterons même à la gloire de la France, nous pardonneront d'être entrés dans quelques détails pour prouver que les mêmes ateliers où se fabriquent les montres et les pendules de luxe destinées aux souverains, et celles que se disputent à l'envi les plus riches particuliers de l'Europe, fournissent aux marins et aux voyageurs instruits des chronomètres supérieurs en exactitude à tout ce qui a été exécuté de plus parfait à l'étranger.

Nous allons d'abord rapporter la marche de deux *garde-temps*, numérotés 3303 et 3033, qui figuraient à la dernière exposition.

Marche du Chronomètre, n° 3303.

		Avance diurne.			Avance diurne.
Du 24 au	25 mai 1819	+ 2″,1	Du 5 au	6 juin	+ 2″,5
25	26.....	2,2	6	7.....	2,2
26	27.....	2,4	7	8.....	2,7
27	28.....	2,3	8	9.....	2,7
28	29.....	2,2	9	10.....	1,6
29	30.....	2,0	10	11.....	1,7
30	31.....	1,9	11	12.....	2,2
31	1er juin...	2,3	12	13.....	1,8
1er	2.....	1,6	13	14.....	1,9
2	3.....	1,9	14	15.....	2,1
3	4.....	2,0	15	16.....	2,1
4	5.....	2,0	16	17.....	2,1

		Avance diurne.
Du 17 au	18 juin.....	+ 1",6
18	19.....	1,6
19	20.....	1,7
20	21.....	1,7
21	22.....	1,9
22	23.....	2,0
23	24.....	2,0
24	25.....	2,2
25	26.....	1,4
26	27.....	1,7
27	28.....	1,4
28	29.....	1,5
29	30.....	1,6
30	1er juillet..	1,8
1er	2.....	2,0
2	3.....	2,6
3	4.....	1,4
4	5.....	1,0
5	6.....	0,6
6	7.....	0,4
7	8.....	0,3
8	9.....	0,3
9	10.....	0,4
10	11.....	0,8
11	12.....	0,7
12	13.....	0,5
13	14.....	0,6
14	15.....	0,8
15	16.....	0,8
16	17.....	0,8
17	18.....	1,0
18	19.....	1,0
19	20.....	0,8
20	21.....	0,9
21	22.....	1,0
22	23.....	1,0
23	24.....	0,9
24	25.....	1,3
25	26.....	1,2

		Avance diurne.
Du 26 au	27 juillet	+ 1",4
27	28.....	1,0
28	29.....	0,7
29	30.....	0,8
30	31.....	0,6
31	1er août	0,4
1er	4.....	0,7
4	5.....	1,1
5	6.....	0,9
6	7.....	0,6
7	8.....	0,5
8	9.....	0,5
9	10.....	0,6
10	11.....	0,7
11	12.....	1,0
12	13.....	0,7
13	14.....	0,7
14	15.....	0,8
15	16.....	0,6
16	17.....	0,6
17	18.....	0,9
18	19.....	1,0
19	20.....	1,1
20	21.....	0,9
21	22.....	1,0
22	23.....	0,8
23	24.....	0,7
24	25.....	0,8
25	26.....	0,9
26	27.....	0,9
27	28.....	1,0
28	29.....	0,7
29	30.....	0,7
30	31.....	0,7
31	1er sept.	0,9
1er	2.....	1,1
2	3.....	1,0
3	4.....	1,0
4	5.....	1,3

		Avance diurne.			Avance diurne.
Du 5 au	6 sept. . . .	+ 1″1	Du 11 au	12 sept.	+ 1″,7
6	7.	1 ,0	12	13.	1 ,8
7	8.	1 ,0	13	14.	1 ,1
8	9.	2 ,5	14	15.	1 ,8
9	10.	2 ,0	15	16.	1 ,0
10	11.	2 ,0	16	17.	0 ,8

Marche du Chronomètre n° 3033, appartenant à M. Hottinguer.

		Avance diurne.			Avance diurne.
Du 4 au	8 févr. 1819	+ 6″,5	Du 20 au	26 avril.	+ 6″,3
8	10.	6 ,7	26	27. . . .	5 ,9
10	11.	6 ,5	27	2 mai.	6 ,3
11	13.	6 ,3	2	7.	6 ,7
13	14.	6 ,7	7	9.	6 ,7
14	17.	6 ,5	9	11.	6 ,8
17	20.	6 ,2	12	26.	6 ,7
20	24.	6 ,1	Le 26 mai, le chronomètre a été remis à M. Hottinguer, qui l'a gardé jusqu'au 16 juillet. L'avance sur le temps moyen, ce jour-là, a été comparée à l'avance le 26 mai; ce qui a donné pour avance diurne moyenne,		
24	26.	5 ,9			
26	28.	5 ,9			
28	2 mars. . . .	6 ,0			
2	3.	6 ,1			
3	5.	5 ,9			
5	7.	5 ,8			
7	11.	5 ,8			
11	14.	5 ,7			
14	16.	5 ,6			
16	18.	5 ,3			
18	22.	5 ,8	Du 26 au	16 juillet	6 ,6
22	26.	5 ,7	16	17.	5 ,5
26	29.	6 ,1	17	18.	5 ,5
29	2 avril. . . .	5 ,9	18	19.	6 ,0
2	5.	6 ,6	19	20.	6 ,5
5	7.	5 ,8	20	21.	6 ,5
7	9.	6 ,0	21	22.	6 ,3
9	15.	6 ,3	22	23.	6 ,0
15	20.	6 ,3	23	24.	6 ,0

		Avance diurne.			Avance diurne.
Du 24 au	25 juillet...	+5"6	Du 8 au	9 août.	+6",5
25	26.....	6,2	9	10.....	6,5
26	27.....	6,2	10	11.....	6,0
27	28.....	6,0	11	12.....	6,5
28	29.....	6,4	12	13.....	6,0
29	30.....	6,1	13	14.....	6,0
30	31.....	6,0	14	15.....	6,2
31	1er août...	5,5	15	16.....	6,8
1er	2.....	6,4	16	17.....	6,8
2	3.....	6,0	17	18.....	6,7
3	4.....	6,1	18	19.....	6,5
4	5.....	6,0	»	»	» »
5	6.....	6,0	23	24.....	6,8
6	7.....	6,0	»	»	» »
7	8.....	5,5	16	17 sept..	6,4

Les comparaisons des mois de février, mars, avril et mai, ont été faites à l'Observatoire royal. La marche du chronomètre, pour les mois de juillet, août et septembre, se fonde sur des observations méridiennes faites par MM. Breguet eux-mêmes, avec l'instrument des passages qu'ils ont établi dans leur demeure, quai de l'Horloge.

(L'article qui concerne M. Breguet dans le rapport est terminé par le tableau de la marche du chronomètre de poche de M. le général Brisbane, et par celui qui est relatif à la montre marine du capitaine Bigot. Ces deux tableaux ont déjà été insérés dans un des précédens Cahiers des *Annales*.

Sur *une nouvelle Propriété physique qu'acquièrent les lames de verre quand elles exécutent des vibrations longitudinales.*

Par M. Biot.

Depuis que l'application du calcul à la physique a fait découvrir tant de rapports intimes entre des phénomènes qui semblaient éloignés les uns des autres par leurs apparences, les vibrations intestines des particules des corps, vibrations que l'organe de l'ouïe nous rend sensibles et nous permet de comparer avec une extrême exactitude, ont dû être et ont été en effet considérées comme un des sujets d'étude les plus dignes d'être suivis, parce que la nature de ces mouvemens, leur rapidité relative pour le même mode de subdivision, et toutes leurs particularités physiques, sont autant d'indices très-délicats et très-sûrs de la constitution intime de chaque corps. Déjà un grand nombre d'inductions ingénieuses tirées de ce genre d'expériences, ont montré l'utilité dont il peut être; et ces exemples m'ont fait espérer que l'on pourrait voir avec quelque intérêt une propriété nouvelle de l'état vibratoire que j'ai eu occasion de remarquer. M. Savart, qui a présenté à l'Académie des recherches si intéressantes sur les vibrations des corps élastiques, m'ayant dernièrement communiqué plusieurs expériences nouvelles qu'il avait faites avec une bande de glace longue d'environ deux mètres, et m'ayant représenté les vibrations de cette lame comme aussi remarquables par leur étendue que par la facilité

avec laquelle elles s'excitent, je pensai qu'il serait curieux d'observer si un pareil état de mouvement intestin ne déterminerait pas, entre les particules du verre, des relations de position qui les rendraient capables d'agir sur la lumière polarisée, à la manière des corps dont la structure, sans être complètement régulière, a cependant quelque condition de dépendance mutuelle entre ses diverses parties; par exemple, comme le font les masses de verre que l'on comprime, et celles que l'on a fortement chauffées et ensuite refroidies rapidement. Il y avait même ici une particularité qui rendait la réussite de l'expérience plus piquante, mais aussi moins probable; c'était l'opposition nécessairement alternative et excessivement rapide du mouvement des particules dans lesquelles, d'après l'acuité des sons obtenus, les condensations et les dilatations devaient se succéder jusqu'à sept ou huit mille fois par seconde. Il était difficile de prévoir si une opposition pareille et aussi rigoureusement égale produirait, dans la lumière polarisée, quelque modification assez permanente pour pouvoir être observée. C'est ainsi, par exemple, que les alternatives de condensation et de dilatation qui se produisent dans l'air lorsqu'on le met en vibration sonore, ne sont pas sensibles au baromètre; et que le thermomètre n'accuse pas non plus les changemens de température dont ces variations de densité sont accompagnées.

M. Savart ayant bien voulu se prêter à cette expérience et m'aider lui-même complaisamment à la faire, j'ai préparé un large faisceau de lumière polarisée, que j'ai reçu ensuite sur un verre noir placé de manière que la réflexion y devînt nulle; et nous avons d'abord

étudié l'état actuel de structure de la lame de glace, en l'interposant dans le trajet de ce faisceau, et observant si elle le modifiait. Nous avons trouvé ainsi quelques traces de couleurs correspondantes aux teintes des premiers anneaux de la table de Newton, et qui, par leur disposition, avaient une analogie évidente avec celles que présentent les bandes de verre qui ont été fortement chauffées, et ensuite refroidies rapidement. Il y avait toutefois cela de particulier, que ces traces étaient les plus sensibles au milieu même de la longueur de la bande de glace, soit qu'on la regardât par le plat ou par la tranche, et qu'elles allaient en s'affaiblissant avec rapidité des deux côtés de ce milieu, de manière à devenir tout-à-fait nulles vers ses extrémités. Ces couleurs étaient-elles déterminées par l'espèce de trempe que conservent presque toujours les lames de verre un peu épaisses, à moins qu'on n'emploie des précautions extraordinaires pour les recuire complètement et avec une parfaite égalité? ou étaient-elles l'effet d'un arrangement imprimé aux particules du verre par les vibrations réitérées qu'on lui avait fait déjà subir? C'est ce que je n'entreprendrai pas de décider.

Quoi qu'il en soit, ces traces étaient si faibles, que lorsque la lame était interposée dans le trajet du rayon de manière qu'il traversât son épaisseur, laquelle était d'environ 7 millimètres, on apercevait à peine un faible changement dans la réflexion languissante qui s'opérait sur le verre noir, disposé pour absorber le rayon polarisé; mais si, en tenant la lame de glace par son milieu, on frottait une de ses moitiés avec un drap mouillé, de manière à y exciter des vibrations longitudinales, tandis

qu'on interposait l'autre moitié dans le trajet du faisceau lumineux polarisé, à chaque fois que le son éclatait, un vif éclair de lumière blanche brillait sur la surface du verre absorbant, ce qui attestait un changement opéré dans la direction de la polarisation; et plus le son était plein et intense, son ton restant le même, plus la lumière ainsi aperçue était brillante; mais aussitôt que le son cessait de se faire entendre, le verre absorbant reprenait son obscurité, c'est-à-dire que la polarisation reprenait sa direction primitive. Si, au lieu de transmettre le faisceau polarisé à travers l'épaisseur de la lame, qui était seulement de 7 millimètres, on le transmettait à travers sa largeur, qui était de 30, aussitôt les lignes, fines de couleurs, analogues aux premiers ordres d'anneaux, paraissaient dans le sens de la longueur de la lame, y modifiaient vivement les stries colorées primitives, et n'offraient plus seulement le blanc-bleuâtre du premier ordre, mais descendaient jusqu'à l'orangé.

Nous avons observé les effets produits de cette manière par les trois premiers termes de la série des sons que la lame pouvait rendre, et que M. Savart avait préalablement reconnu être fa_5, fa_6 et ut_7, en appelant *ut*, l'*ut* de 8 pieds ouvert de l'orgue; ce qui, d'après la longueur de cette lame, s'accorde avec la vitesse de transmission du son dans le verre, qui a été indiquée par Chladny. Chacun de ces modes de vibrations a produit des effets de lumière analogues aux précédens; seulement l'éclair a paru plus vif avec le troisième son qu'avec les deux autres, peut-être parce que le mouvement de vibration qui le produisait était plus régulier et entretenu avec plus de constance. Au reste, dans tous ces

modes, la réapparition de la lumière devenait très-faible à une distance d'environ un décimètre des extrémités de la lame, et elle paraissait nulle ou presque nulle à ces extrémités mêmes, où en effet il ne doit s'opérer ni condensation ni dilatation sensible, mais un simple transport des particules; du moins en négligeant la réaction infiniment petite exercée sur la lame par l'air auquel elle communique son mouvement de vibration.

(*Bull. des Sc.*)

Examen *chimique de l'acide particulier, formé pendant la distillation de l'acide urique et des calculs d'urate d'ammoniaque.*

Par MM. A. Chevallier et J.-L. Lassaigne.

Schéele, dans son travail sur les concrétions de la vessie, avait observé le premier qu'en soumettant à la distillation l'acide lithique, il se formait un sublimé blanc cristallisé, auquel il trouva beaucoup d'analogie avec l'acide karabique ou sel de succin. (*Mémoires de Schéele.*)

Pearson, chimiste anglais, l'ayant ensuite examiné, le regarda comme se rapprochant, par ses propriétés, de l'acide benzoïque. (*Thomson, Système de chimie.*)

Williams Henry, ayant poussé ses recherches plus loin, le considéra comme formé d'un acide particulier combiné à l'ammoniaque; il lui reconnut les propriétés suivantes : couleur jaune, saveur fraîche, amère, se dissolvant facilement dans l'eau et dans les dissolutions

alcalines, d'où les acides ne le précipitent pas (ce qui l'éloigne de l'acide benzoïque auquel Pearson l'avait comparé); difficilement soluble dans l'alcool, volatil, pouvant s'obtenir plus blanc par une seconde sublimation; précipité par les sels nitriques d'argent et de mercure, par l'acétate de plomb. (*Villiams Henry, Thomson, Système des connaissances chimiques.*)

Toutes ces expériences étant peu concluantes et ne donnant pas de notions exactes sur la nature de cet acide, nous avons entrepris de l'isoler, afin de connaître ses propriétés; d'examiner son action sur les bases, et quelques-unes de ses combinaisons; enfin, de déterminer la nature de ses élémens comparativement à celle de l'acide urique qui lui a donné naissance.

On peut obtenir l'acide sublimé, soit en soumettant l'acide urique pur à la distillation dans une cornue, soit en traitant de la même manière le calcul d'acide urique et d'urate d'ammoniaque; ces calculs doivent être réduits en poudre et lavés avec un peu d'eau bouillante. On obtient les mêmes produits, à l'exception d'une plus grande quantité d'huile empyreumatique et de carbonate d'ammoniaque, quand on a employé ce dernier calcul. Nous avons constamment obtenu, dans toutes les opérations que nous avons faites, soit avec l'acide urique ou les deux autres calculs :

1°. De l'acide sublimé en lames à la voûte de la cornue, et qui retient un peu d'ammoniaque;

2°. De l'acide combiné à une plus grande quantité d'ammoniaque, et qui, dissous dans l'eau qui se forme, est susceptible de prendre une forme cristalline;

3°. Du carbonate d'ammoniaque;

4°. De l'hydrocyanate de la même base ;

5°. De l'acide hydrocyanique libre ;

6°. Enfin, de l'huile empyreumatique très-colorée.

De l'acide urique desséché, mis dans une cornue à laquelle nous avons adapté une allonge et un ballon, a été soumis à l'action du feu. Nous aperçûmes d'abord des vapeurs blanches assez abondantes, qui se condensèrent en partie à la paroi inférieure de l'allonge, et donnèrent naissance à un sel qui prit tout à la fois la forme de feuilles de fougère et celle de prismes entralacés ; nous démontâmes l'appareil de suite, et ayant enlevé ce sel et l'ayant examiné, nous reconnûmes qu'il était composé d'hydrocyanate d'ammoniaque, avec un excès d'acide hydrocyanique, mêlé d'une petite quantité de carbonate d'ammoniaque.

L'appareil ayant été monté de nouveau, il se forma encore de ces sels, puis il passa une liqueur épaisse empyreumatique qui se solidifia presque aussitôt ; ensuite la partie supérieure se tapissa de belles lames brillantes d'un blanc d'argent, qui conservent cette couleur si on les enlève de suite ; mais qui se salissent, et prennent une couleur jaune, et disparaissent si on les laisse : ce fait est dû à de l'eau chargée d'huile empyreumatique qui les salit d'abord, puis ensuite les dissout. Ce sel, enlevé et examiné, a présenté les propriétés suivantes : il est légèrement amer, il se dissout très-bien dans l'eau chaude ; sa dissolution rougit le papier de tournesol ; elle précipite en flocons blancs le nitrate de mercure et celui d'argent ; ces précipités sont redissous par un excès d'acide nitrique.

L'acétate de plomb ne la trouble point ; mais le sous-

acétate y forme un précipité blanc abondant ; l'eau de chaux et de baryte n'y forme aucun précipité ; la potasse caustique en dégage une odeur sensible d'ammoniaque, ce qui annonce que ce sel est un sel acide à base d'ammoniaque. Pour en obtenir l'acide particulier, nous avons dissous ces cristaux dans l'eau bouillante, et nous avons précipité la dissolution par le sous-acétate de plomb.

Le précipité blanc, après avoir été lavé à l'eau bouillante, a été décomposé par l'hydrogène sulfuré. La liqueur concentrée a fourni cet acide à l'état de pureté, cristallisé en petites aiguilles blanches.

Avant d'en étudier les propriétés caractéristiques, nous allons exposer le moyen que nous avons employé pour l'extraire du produit liquide qui s'était condensé en partie dans l'allonge et en partie dans le ballon, et qui contient une certaine quantité de cet acide combiné à l'ammoniaque.

Cette liqueur s'était concrétée : elle a été traitée par l'eau bouillante ; il s'en est séparé avant l'ébullition une petite quantité d'acide hydrocyanique et un peu d'hydrocyanate d'ammoniaque. Un papier bleu fut rougi ; un autre papier, trempé dans une solution de sulfate de fer, prit une couleur bleue. La liqueur filtrée abandonne une matière brune foncée, qui, mise sur les charbons, se comporte comme une matière bitumineuse lorsqu'on la soumet à la distillation dans un petit tube de verre. Saturée par un peu d'ammoniaque et évaporée, elle donne naissance à de petits cristaux en forme de houppes, mais qui sont toujours avec excès d'acide et salis par une certaine quantité d'huile qui avait passé malgré la

filtration. Ces cristaux sont un sur-sel de l'acide sublimé et d'ammoniaque.

Redissous de nouveau, nous les avons mis en contact avec du charbon végétal, espérant, par ce moyen, leur enlever cette huile; mais les cristaux obtenus avaient encore une couleur jaune; alors nous décomposâmes par le sous-acétate de plomb (ce sel, sans excès de base, ne précipitant pas la liqueur). Nous recueillîmes sur un filtre le précipité qui, bien lavé, fut délayé dans l'eau et soumis à un courant de gaz hydrogène sulfuré qui sépara le plomb, lequel, en se précipitant, entraîne avec lui une partie de la matière colorante; mais il en reste toujours une petite quantité, et les cristaux ont une légère couleur jaune citrine. On peut, par des dissolutions et des cristallisations répétées, l'obtenir plus blanc; mais le procédé qui nous a réussi est l'intermède du charbon animal privé de carbonate de chaux par l'acide muriatique.

Avant d'exposer les caractères particuliers de cet acide, nous le désignerons par le nom d'*acide pyro-urique;* puisqu'en effet il est produit par l'action de la chaleur sur l'acide urique, et qu'il se forme dans les mêmes circonstances que les acides pyro-tartrique, pyro-mucique et pyro-malique.

Propriétés de l'acide pyro-urique.

Cet acide est blanc; cristallisé en petites aiguilles, il craque un peu sous la dent; soumis à l'action de la chaleur, il se fond et se sublime entièrement en aiguilles blanches; si on le fait passer à travers un tube de verre

rouge de feu, il se décompose en charbon, en huile, en hydrogène carboné et en carbonate d'ammoniaque. L'eau froide en dissout environ un quarantième; sa dissolution aqueuse rougit la teinture de tournesol; l'alcool à 36 degrés bouillant en opère la dissolution; par le refroidissement, il se précipite sous forme de petits grains blancs.

L'acide nitrique concentré le dissout; par l'évaporation à siccité, on l'obtient sans avoir subi aucune altération, et présentant les mêmes propriétés qu'auparavant; ce qui prouve qu'il diffère essentiellement de l'acide urique qui est converti en acide purpurique par cette opération.

La chaux forme, avec cet acide, un sel soluble qui cristallise en mamelons, et qui a une saveur amère, légèrement âcre. Exposé à une douce chaleur, ce sel se fond, et par le refroidissement prend l'aspect et la consistance de la cire jaune. Calciné dans un creuset de platine, il donne 8,6 de chaux pour 100, d'où il suit qu'il est composé de :

Acide,	91,4;
Chaux,	8,6.

La baryte produit, par sa combinaison avec cet acide, un sel blanc pulvérulent, peu soluble dans l'eau froide. La potasse, l'ammoniaque et la soude forment des sels solubles : ces deux premiers sels sont cristallisables. Les acides, versés dans une solution concentrée de ces sels, en précipitent l'acide sous forme de poudre blanche.

De toutes les dissolutions métalliques, il n'y a que celle de fer au *maximum*, de deutoxide de cuivre, d'ar-

gent, de mercure, et le sous-acétate de plomb qui soient précipités par la combinaison de cet acide avec la potasse; d'où il s'ensuit que ces pyro-urates sont insolubles.

Le pyro-urate de fer au *maximum* est d'une couleur jaune chamois; celui de cuivre est blanc bleuâtre; ceux d'argent, de mercure et de plomb sont parfaitement blancs.

Le sous-pyro-urate de plomb, obtenu par la décomposition du pyro-urate de soude et du sous-acétate de plomb, est composé de :

Acide,	28,5;
Oxide de plomb,	71,5.
	100.

Ce sel, desséché, a été calciné dans un tube de verre pesé, avec vingt fois son poids d'oxide de cuivre au *maximum;* on a obtenu un gaz composé d'acide carbonique et d'azote dans le rapport de 32 : 8, ou en prenant le plus simple rapport de 4 : 1.

Nous avons trouvé pour le rapport en poids des élémens :

Oxigène,	44,32;
Carbone,	28,29;
Azote,	16,84;
Hydrogène,	10,00.
	99,45.

L'on voit, par ces résultats, que le rapport en volume

du carbone à l'azote dans cet acide est précisément double de celui de l'acide urique; car, d'après M. Gay-Lussac, le carbone et l'azote, dans ce dernier, sont :: 2 : 1.

Sur *l'Accroissement nocturne de l'intensité du son.*

(Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 13 mars 1820.)

Par A. de Humboldt.

Il est des phénomènes de la nature qu'on peut soumettre à des mesures précises et à des expériences directes : il en est d'autres qui, enveloppés de circonstances étrangères, modifiés à la fois par un grand nombre de causes perturbatrices, ne peuvent être expliqués que par la voie du raisonnement et de l'analogie. Je citerai comme exemples de la première classe de phénomènes, l'intensité des forces magnétiques, décroissante du pôle vers l'équateur; les inflexions du rayon lumineux qui produisent le mirage; les variations de la température de l'air; son état d'électricité résineuse ou vitrée dans les couches plus ou moins éloignées du sol. La seconde classe de phénomènes comprend tout ce qui a rapport à l'insalubrité de l'atmosphère; ce qui se passe dans les régions les plus élevées et les plus inaccessibles de l'air; la formation des nuages et de la grêle; la permanence de la vapeur vésiculaire par une température au-dessous de zéro; le bruit du tonnerre; l'augmentation de l'élasticité due au développement de chaleur qui accompagne la propagation du son, et qui résulte de la

compression de l'air. Lorsque la philosophie naturelle ne suivait point encore la méthode sévère à laquelle sont dues les grandes découvertes du dernier siècle, tout ce qui ne pouvait être assujetti à des mesures précises et directes tombait dans le domaine des hypothèses les plus vagues et les plus hasardées. On oubliait alors qu'en appréciant chacune des causes perturbatrices, qu'en séparant dans des phénomènes compliqués en apparence ce qui est produit par des circonstances étrangères, on peut avancer, par voie d'exclusion, du connu à l'inconnu, et déterminer les lois naturelles, soit d'après des considérations tirées de l'analyse mathématique, soit d'après l'analogie d'expériences et de mesures directes.

L'accroissement de l'intensité du son pendant la nuit, qui fait l'objet de ce Mémoire, est du nombre des problèmes dont la solution ne se trouve pas dans les ouvrages de Physique. J'essaierai de donner une solution déduite des dernières recherches sur la théorie des *ondes sonores;* mais avant de parler des causes du phénomène, je vais rappeler ici les conditions sous lesquelles je l'envisage.

On a observé, depuis la plus haute antiquité, que l'intensité du son augmente pendant la nuit. Aristote en a parlé dans ses *Problêmes* (1), Plutarque dans ses *Dialogues* (2) Nous ne considérons ici l'accroissement d'intensité que par un air calme; il n'est point question de l'accroissement qui accompagne un changement de vent

---

(1) Arist. *Probl. sect.* XI. *quæst.* 5 et 33.

(2) Plut. *Symposiac.* lib. VIII, cap. 3. (T. II, p. 720; edit. Francf. 1620. fol.)

pendant la nuit, et qui est modifié par le rapport qu'il y a entre la direction du vent et celle du *rayon sonore*. Sous une même zone, par exemple, entre les tropiques, l'accroissement nocturne de l'intensité du son m'a paru plus grand dans les plaines que sur le dos des Andes, à 3000 mètres de hauteur au-dessus du niveau de l'Océan ; il m'a paru plus considérable aussi dans les basses régions, au milieu des continens, qu'en pleine mer. Ces évaluations se fondent sur le bruit de deux volcans, du Guacamayo et du Cotopaxi, que j'ai eu occasion d'entendre le jour et la nuit, l'un dans un plateau, entre la ville de Quito et la métairie de Chillo, l'autre dans la mer du Sud, 10 lieues à l'ouest des côtes du Pérou. Les rugissemens, *bramidos,* des volcans des Cordillères se succèdent généralement avec une grande uniformité de cinq en cinq minutes. Ils ne sont pas accompagnés d'explosions visibles au-dessus du bord du cratère, et ressemblent tantôt au tonnerre qui gronde de loin, tantôt à la décharge réitérée de canons de gros calibre. Dans les lieux où la terre se couvre de neige près d'une cascade, il serait intéressant d'examiner si l'accroissement nocturne du son ne serait pas moindre pendant l'hiver qu'en été où le sol est fortement échauffé le jour par les rayons du soleil. Dans les différences que je viens d'indiquer entre les hautes et les basses régions de l'Amérique équinoxiale, je ne considère que les rapports d'intensité sous une même pression barométrique. Je ne compare pas l'intensité absolue à différentes hauteurs, mais la différence entre l'intensité nocturne et diurne sur les plateaux et dans les plaines. Les variations d'intensité absolue observées à différentes hauteurs dans l'atmosphère

sont un problême résolu depuis long-temps par la théorie mathématique du son. M. Poisson (1) est même parvenu à ce résultat remarquable, que l'intensité du son de haut en bas, ou de bas en haut, verticalement ou sur des rayons sonores obliques, ne dépend que de la densité de la couche d'air d'où le son est parti. Il ne faut pas confondre des problêmes entièrement distincts.

Lorsqu'on entend le bruit des Grandes-Cataractes de l'Orénoque dans la plaine qui environne la mission d'Aturès, à plus d'une lieue de distance, on croit être près d'une côte bordée de récifs et de brisans. Le bruit est trois fois plus fort de nuit que de jour, et donne un charme inexprimable à ces lieux solitaires. Quelle peut être la cause de cet accroissement d'intensité dans un désert où rien ne semble interrompre le silence de la nature? La vitesse de la propagation du son, loin d'augmenter, décroît avec l'abaissement de la température. L'intensité diminue dans un air agité par un vent qui est opposé à la direction du son : elle diminue aussi par la dilatation de l'air; elle est plus faible dans les hautes régions de l'atmosphère, que dans les régions basses où les molécules d'air ébranlé ont plus de densité et plus d'élasticité dans un même rayon. L'intensité est la même dans un air sec et dans un air mêlé de vapeurs; mais elle est plus faible dans le gaz acide carbonique, que dans des mélanges d'azote et d'oxigène. D'après ces faits (les seuls que nous connaissions avec quelque certitude), il est difficile d'expliquer un phénomène que l'on ob-

---

(1) *Journal de l'Ecole Polytechnique*, t. VII (1808), p. 328.

serve près de chaque cascade en Europe, et qui, longtemps avant mon arrivée dans le village d'Aturès, avait frappé le missionnaire et les Indiens. La température nocturne de l'atmosphère est plus petite de 3° que la température du jour; en même temps l'humidité apparente augmente de nuit, et la brume qui couvre les cataractes devient plus dense. Nous venons de voir que l'état hygroscopique de l'air n'influe en rien sur la propagation du son, et que le refroidissement de l'air en diminue la vitesse.

On pourrait croire que, même dans les lieux qui ne sont pas habités par les hommes, le bourdonnement des insectes, le chant des oiseaux, le frémissement des feuilles agitées par les vents les plus faibles, causent, de jour, un bruit confus dont nous nous apercevons d'autant moins, qu'il est uniforme, et que nos oreilles en sont constamment frappées. Or, ce bruit, quelque peu sensible qu'il soit, peut diminuer l'intensité d'un bruit plus fort, et cette diminution peut cesser si, pendant le calme de la nuit, le chant des oiseaux, le bourdonnement des insectes et l'action des vents sur les feuilles, se trouvent interrompus. Mais ce raisonnement, même en admettant sa justesse, ne s'applique guère aux forêts de l'Orénoque, où l'air est constamment rempli d'une innombrable quantité de moustiques, où le bourdonnement des insectes est beaucoup plus fort de nuit que de jour, et où la brise, si jamais elle se fait sentir, ne souffle qu'après le coucher du soleil.

Je pense plutôt que la présence du soleil agit sur la propagation et l'intensité du son, par les obstacles que leur opposent les courans d'air de densité différente, les

ondulations partielles de l'atmosphère causées par l'inégal échauffement des différentes parties du sol. Dans un air tranquille, qu'il soit sec ou mêlé de vapeurs vésiculaires également distribuées, l'onde sonore se propage sans difficulté. Mais, lorsque cet air est traversé en tous sens par de petits courans d'un air plus chaud, l'onde sonore se partage en deux ondes, là où la densité du milieu change brusquement; il se forme des échos partiels qui affaiblissent le son, parce qu'une des ondes revient sur elle-même. Il se fait de ces partages des ondes, dont M. Poisson a récemment développé la théorie avec la sagacité qui caractérise tous ses travaux (1). Ce n'est donc pas le mouvement de translation des molécules d'air de bas en haut dans le courant ascendant, ce ne sont pas les petits courans obliques que nous considérons comme s'opposant, par un *choc*, à la propagation des ondes sonores. Un choc, imprimé à la surface d'un liquide, formera des cercles autour du centre d'ébranlement, lors même que le liquide est agité. Plusieurs sortes d'ondes peuvent se croiser dans l'eau comme dans l'air, sans se troubler dans leur propagation; de petits mouvemens se *superposent*, et la véritable cause de la moindre intensité du son, pendant le jour, paraît être le manque d'homogénéité dans le milieu élastique. Il y a alors interruption brusque de densité par-tout où de petits filets d'air, d'une haute température, s'élèvent sur des parties du sol inégalement échauffées. Les ondes sonores se partagent comme les rayons de lumière se réfractent, et forment le *mirage*

---

(1) *Annales de Chimie*, t. VII, p. 293.

par-tout où des couches d'air, de densité inégale, sont contiguës. Il faut établir une distinction entre les intensités du son ou de la lumière, et les directions de l'*onde sonore* ou de l'*onde lumineuse*. Lorsque ces ondes se propagent à travers des couches qui ont des densités différentes, deux effets seront produits simultanément; il y aura changement dans la direction de la propagation, et extinction de lumière et du son. La réflexion qui accompagne chaque réfraction affaiblit l'intensité de la lumière; le partage de l'onde sonore cause des échos partiels, et la partie de l'onde qui retourne sur elle-même, là où la densité du fluide change brusquement, devient, dans les bruits très-faibles, insensible à notre oreille.

Dans le mirage à doubles images, celle qui a subi la réfraction près du sol est constamment plus faible que l'image vue directement. Des couches de fluides de densité très-différente peuvent alterner de manière que les directions primitives du rayon lumineux et du rayon sonore restent les mêmes; mais l'intensité de la lumière et du son n'en aura pas moins été affaiblie. Pendant la nuit, la surface du sol se refroidit; les parties couvertes de gazon ou de sable prennent une même température; l'atmosphère n'est plus traversée par ces filets d'air chaud qui s'élèvent verticalement ou obliquement dans tous les sens. Dans un fluide devenu plus homogène, l'onde sonore se propage avec moins de difficulté, et l'intensité du son augmente parce que les partages des ondes et les échos partiels deviennent plus rares.

Pour donner une idée précise de la cause de ces courans d'air chaud qui s'élèvent pendant le jour sur un sol

inégalement échauffé, je rapporterai quelques expériences (1) que j'ai faites sous les tropiques. Dans les *Llanos* ou steppes de Venezuela, j'ai trouvé le sable, à deux heures, à 52°,5 cent., quelquefois même à 60°. La température de l'air à l'ombre d'un Bombax était 36°,2; au soleil, à 18 pouces de hauteur au-dessus du sol 42°,8. De nuit, le sable n'avait plus que 28°; il avait perdu plus de 24°. Près des cataractes de l'Orénoque, la terre, couverte de graminées, ne s'échauffait, de jour, qu'à 30°, l'air étant 26°; mais les bancs de roche granitique qui couvrent de vastes terrains s'échauffaient en même temps jusqu'à 48°. J'ai publié un grand nombre d'observations analogues dans le précis des mesures et des expériences que j'ai faites sur le mirage à Cumana, à la même époque où M. Wollaston s'occupa de ce phénomène en Europe.

Si la cause que j'indique de l'accroissement nocturne du son est la véritable, il ne faut point s'étonner que sous la zone torride cet accroissement soit, dans l'intérieur des terres, plus grand qu'en pleine mer, dans les plaines, plus grand que sur le dos des Cordillères. La surface des mers équatoriales s'échauffe uniformément, et pas au-delà de 29°; tandis que la surface des continens, inégalement colorée et composée de matières qui rayonnent différemment, acquiert, près de l'équateur, des températures qui varient de 30° à 52°. Sous les tropiques, la terre reste généralement pendant la nuit plus chaude que l'air : dans la zone tempérée, le sol devient, par des nuits calmes et sereines, de 4° à 5° plus froid que l'air. La température, au

(1) *Relation historique d'un voyage aux régions équinoxiales*, t. I, p. 164-625; t. II, p. 201-283-303-376.

lieu de diminuer à mesure que l'on s'éloigne du sol, présente en Europe, de nuit, une progression croissante jusqu'à la hauteur de 50 ou 60 pieds. Il ne faut donc pas être surpris que les réfractions terrestres soient quelquefois de nuit, sous la zone tempérée, presque aussi considérables que de jour. Il y aura constamment des couches d'air de différente densité reposant horizontalement les unes sur les autres; mais les filets d'air chaud qui traversent obliquement l'atmosphère seront plus rares de nuit que de jour. A 3000 mètres de hauteur, dans la partie des Andes situées sous l'équateur, la température moyenne de l'air n'est que de 14°, et la force du rayonnement vers un ciel sans nuage, à travers un air très-sec et très-pur, empêche le sol de s'échauffer considérablement pendant le jour. Je n'insisterai pas davantage sur ces circonstances locales : il suffit d'avoir déduit, en général, de la théorie des ondes sonores et de ses partages l'accroissement nocturne du son. Tout le phénomène repose sur ce manque d'homogénéité dans les colonnes verticales de l'atmosphère qui (d'après l'application ingénieuse que M. Arago a faite de l'*interférence* et de la neutralisation des rayons) est aussi la véritable cause de la scintillation plus ou moins forte des étoiles. On sait d'ailleurs que la propagation du son est sensiblement altérée, lorsqu'on fait monter, dans un tube fermé à une des extrémités, une couche de gaz hydrogène, au-dessus d'une couche d'air atmosphérique.

En énonçant ces idées, je pourrais m'appuyer sur l'autorité d'un philosophe que les physiciens continuent à traiter avec indifférence, quoique les zoologistes les plus distingués aient rendu depuis long-temps une éclatante justice à la sagacité de ses observations. « Pour-

quoi, dit Aristote dans le livre curieux des *Problêmes*, pourquoi le son se fait-il mieux entendre de nuit? C'est qu'il y a plus de repos, à cause de l'absence du calorique (*du plus chaud* (1)). Cette absence rend tout plus

(1) Une personne très-versée dans la connaissance des anciens, M. Laurencit, a communiqué à M. Biot un passage de Plutarque (*éd. Par.*, 1624, tome II, p. 721 D.), qui vient à l'appui de celui que j'ai trouvé dans Aristote. Je le citerai d'après la version naïve d'Amyot : « Boéthus, le premier interlocuteur, prétend que la froidure de la nuit fige et condense l'air, et que l'on entend mal le son pendant le jour, parce qu'il y a moins de vides. Ammonius, le second interlocuteur, rejette les vides de Boéthus, et admet avec Anaxagore, que, de jour, le soleil remue l'air d'un mouvement tremblant et plein de battement; que l'on entend mal le jour à cause de la poussière qui volette dans l'air, qui siffle et qui murmure, mais que, la nuit, le branlement cesse, et par conséquent le sifflement de la poussière. Ammonius se justifie de vouloir corriger Anaxagore; mais il pense qu'il faut renoncer aux sons des petits corps, et qu'il suffit d'admettre le branlement et le mouvement d'iceux. L'air étant la substance propre à la voix, s'il est rassis, donne voie toute droite, unie et continue aux petites parcelles et aux mouvemens de la voix de tout loin. Le calme et la bonance tranquille est résonante; au contraire, la tourmente est sourde. L'agitation de l'air ne permet pas que la forme de la voix, bien expresse et articulée, arrive jusqu'au sentiment, mais toujours en ôte et emporte quelque chose de la force et de la grandeur. Le soleil, ce grand gouverneur et capitaine du ciel, remue jusqu'aux moindres parcelles de l'air; et tout aussitôt qu'il se montre, il excite et remue toute chose. » (*Œuvres de Plutarque*, *trad. par Amyot*, édit. de 1802, t. VIII, p. 385.)

calme et plus compassé ; car le soleil est le principe de tout mouvement (1). » Aristote a eu un pressentiment vague de la cause du phénomène ; mais il attribue au mouvement de l'atmosphère, au choc, ce qui n'est dû qu'aux changemens brusques de densité dans des lames d'air contiguës. Ni Aristoxène, dans son livre de la *Musique*, ni Sénèque dans les *Quæstiones naturales*, ni Théophilacte Simocatta n'ont tenté d'expliquer l'accroissement nocturne du son. Lorsqu'on considère l'état d'imperfection de la physique des anciens et leur ignorance dans la méthode expérimentale, on est frappé du nombre d'observations justes et souvent délicates que renferment les ouvrages du philosophe de Stagire, sur la rosée, sur les causes du mirage, sur la force conductrice des métaux et des cendres pour la chaleur, sur la hauteur des nuages considérée comme effet du courant ascendant, etc. (2).

Les montagnards des Alpes, comme ceux des Andes, regardent un accroissement extraordinaire du son pendant des nuits calmes comme un pronostic sûr d'un changement de temps. « Il va pleuvoir, disent-ils, parce qu'on entend de plus près le murmure des torrens ». M. Deluc (3) a tâché d'expliquer ce phénomène par un changement de pression barométrique, par un plus grand nombre de bulles d'air qui crèvent à la surface de l'eau. Cette expli-

---

(1) Arist. *Opera omnia*, ed. du Val. 1639. T. II, p. 115-123.

(2) *Voyez* mon *Rec. d'Obs. astron.*, t. I, p. 127.

(3) Deluc, *Modificat. de l'atmosph.* § 1031, note *b*.

cation est forcée et peu satisfaisante : je ne tenterai pas de la remplacer par une autre hypothèse ; mais je rappellerai l'analogie qu'il y a entre le pronostic tiré de l'accroissement du son, et un autre pronostic tiré d'une moindre extinction de lumière. Les montagnards annoncent un changement de temps lorsque tout d'un coup, par un air calme, les montagnes couvertes de neiges perpétuelles paraissent rapprochées de l'observateur, et que leurs contours se détachent avec une netteté extraordinaire de la voûte azurée du ciel. Quelle que soit la constitution de l'atmosphère qui cause ces phénomènes, il n'en est pas moins curieux d'y reconnaître une nouvelle analogie entre les mouvemens des *ondes sonores* et ceux des *ondes lumineuses*.

MÉMOIRE

Sur l'Avantage du banquier au jeu de Trente et Quarante.

PAR M. POISSON.

(Lu à l'Académie des Sciences le 13 mars 1820.)

(Extrait.)

L'ÉVALUATION des chances dans les jeux de hasard a été l'origine du calcul des probabilités, et l'objet des problèmes résolus d'abord par Pascal, Fermat, Huyghens et les autres géomètres qui se sont les premiers

occupés de ce calcul. Ceux qui les ont suivis dans cette carrière ne se sont pas bornés à résoudre des problêmes de cette nature ; ils ont aussi étendu les applications du nouveau calcul à des questions d'un plus grand intérêt, et la théorie des probabilités est devenue, surtout dans ces derniers temps, une des parties des mathématiques les plus directement utiles, par la variété et l'importance de ses applications. Cette théorie est maintenant exposée dans un ouvrage où la matière semble avoir été épuisée, lorsque l'on considère le grand nombre de questions d'espèces si différentes qui y sont traitées, la généralité des solutions que l'auteur en a données, et celle de l'analyse dont il les a déduites. Néanmoins il existe une question dépendante de cette théorie, qui n'a point encore fixé l'attention des géomètres, ou du moins je n'ai vu nulle part qu'ils s'en soient occupés. Je veux parler ici du calcul des chances, dans le jeu connu indifféremment sous le nom de *Trente et Quarante* et sous celui de *Trente-un.* A la vérité, on trouve dans l'*Encyclopédie,* par ordre de matières, à la suite de la description de ce jeu, une évaluation numérique des chances qu'il présente, et de l'avantage du banquier ; mais avec un peu de réflexion on s'assure aisément de l'inexactitude du principe sur lequel ce calcul est fondé, et l'on voit que la question mathématique reste toute entière à résoudre. Cependant le 31 est le jeu auquel on expose les plus grandes sommes dans les jeux publics : des ouvrages écrits récemment sur le produit des jeux de Paris, et qui paraissent avoir été faits sur de bons renseignemens, portent à 230 millions la totalité des sommes qui se jouent annuellement à ce seul jeu ; il est

donc important de connaître, sur une somme aussi énorme, le bénéfice probable des personnes à qui la ville de Paris donne à bail le privilége exclusif des jeux publics. L'avantage du banquier à un jeu quelconque peut, il est vrai, se déterminer par l'expérience faite sur un très-grand nombre de coups; mais cela n'empêche pas qu'il ne soit utile de le savoir calculer *à priori*, et d'après les seules conditions du jeu; et c'est cette question que je me suis proposé de résoudre relativement au 30 et 40. Avant d'exposer le résultat auquel je suis parvenu, il est nécessaire d'énoncer d'une manière succincte les conditions essentielles du jeu dont il est question.

Le 30 et 40 se joue avec six jeux de cartes entiers, mêlés ensemble, et formant en tout 312 cartes. Le banquier en tire successivement une, deux, trois, etc.; et il continue, sans remettre dans le jeu les cartes tirées, jusqu'à ce que la somme de leurs points ait atteint ou dépassé 31. Les figures comptent pour dix, et chacune des autres cartes pour le nombre de points dont elle est marquée. Sur les cartes restantes après ce premier tirage, le banquier en fait un second suivant les mêmes conditions que le premier. L'ensemble de ces deux tirages forme ce qu'on appelle *un coup*; et l'on joue ainsi une suite de semblables coups, jusqu'à ce qu'on ait épuisé la totalité des 312 cartes. Cela posé, avant qu'un coup soit commencé, les joueurs parient un contre un contre le banquier, pour l'un ou l'autre des deux tirages dont ce coup sera composé. Celui de ces deux tirages qui gagne est celui qui amène le point le plus voisin de 31; le banquier paie une somme égale à leur mise aux joueurs qui

ont parié pour le tirage qui a gagné, et il prend l'argent de ceux qui ont parié pour le tirage qui a perdu. Le coup est nul, lorsque les deux tirages amènent des points égaux, comme 32 et 32, 33 et 33, etc. Pour que le jeu fût égal entre les joueurs et le banquier, il faudrait que le coup fût aussi nul quand il se compose de deux 31; mais il ne l'est plus dans ce cas; et l'avantage du banquier consiste en ce qu'il prend alors la moitié des mises de tous les joueurs. Cet avantage est donc égal, à chaque coup, à la demi-somme de toutes les mises, multipliée par la probabilité du double 31 à ce même coup; ainsi la question que je me propose de résoudre doit être de déterminer cette probabilité à un coup quelconque.

Considérée en général, la probabilité d'amener un nombre donné au premier tirage, et un autre nombre aussi donné dans le second, en arrêtant ces tirages aussitôt qu'on a atteint les nombres donnés, ou qu'on les a dépassés; cette probabilité, disons-nous, dépend du nombre de cartes de chaque espèce sur lesquelles on fait les tirages, et des deux nombres que l'on veut atteindre; en sorte que sa valeur, pour être générale, devra être exprimée en fonction de douze quantités variables. La plupart des problèmes de probabilités se résolvent, comme on sait, par des méthodes uniformes, fondées sur l'intégration des équations linéaires, aux différences finies et partielles; mais, dans la question présente, on ne voit pas comment on pourrait faire dépendre d'une semblable équation la probabilité de l'événement de deux tirages successifs. S'il ne s'agissait que de l'événement d'un seul tirage, il serait aisé de former l'équation aux différences dont elle dépend : on la trouve composée de onze termes

dont les coefficiens renferment les variables indépendantes, circonstance qui la rend encore plus difficile à traiter; et l'on ne tarde pas à reconnaître que l'usage des équations aux différences ne peut être d'aucun secours dans le genre particulier de questions qui nous occupe. Il a donc fallu recourir à d'autres moyens pour résoudre ces questions. Ceux que j'ai employés m'ont conduit à des formules dont le développement, suivant les puissances d'une ou de plusieurs variables, fera connaître toutes les chances du 30 et 40 que l'on voudra déterminer; de la même manière que dans des questions moins compliquées, le développement de la puissance du binome ou d'un polynome composé de plus de deux termes, sert à trouver les probabilités des événemens composés, d'après celles des événemens simples.

On pourra donc, par le moyen de ces formules, calculer la probabilité du double 31 à un coup quelconque. Comme elle varie d'un coup à l'autre, à raison des cartes tirées, il semble que, pour en conclure le bénéfice probable du banquier sur un très-grand nombre de coups, il faudrait prendre une sorte de moyenne entre toutes les valeurs différentes de cette probabilité; ce qui exigerait un calcul absolument impraticable. Heureusement on en est dispensé, par une considération très-simple que j'exposerai ici d'autant plus volontiers, qu'elle pourra être utile dans beaucoup d'autres cas.

Avant que le jeu ne soit commencé, c'est-à-dire, quand le banquier a encore toutes les cartes dans les mains, la probabilité d'amener un double 31 est égale pour tous les coups : elle est la même, par exemple, pour le premier et pour le vingtième coup. En effet, s'il

y a une chance quelconque pour que l'événement A arrive au premier coup, et l'événement B au vingtième, il existe une chance parfaitement égale pour que l'événement B arrive au premier coup, et l'événement A au vingtième; car, pour intervertir l'ordre de ces deux événemens, il suffirait d'échanger entre elles les portions de cartes qui sortent au premier et au vingtième coup; or, le nouvel arrangement de la totalité des cartes qui en résulterait est évidemment aussi possible que celui qui existait d'abord; par conséquent, avant que le jeu ne commence, la probabilité d'un événement quelconque est la même au premier, au vingtième et à tout autre coup. Il faut bien faire attention qu'elle ne varie pendant la durée du jeu, que pour les joueurs qui ont connaissance des cartes sorties, et que ceux qui ne les connaîtraient pas devraient parier pour un événement quelconque, la même somme à tous les coups, au premier comme au dernier.

On déduit de ce principe plusieurs conséquences que je me propose de développer dans une autre occasion; il m'a servi, dans ce Mémoire, à achever le calcul de l'avantage du banquier, en le réduisant à déterminer la probabilité du double 31 au premier coup seulement. Le calcul est encore fort long à raison du grand nombre de cartes, et quand on veut, comme je l'ai fait, pousser l'approximation jusqu'aux décimales du sixième ordre. On trouvera aussi, dans mon Mémoire, les valeurs numériques des probabilités de tous les autres coups du 30 et 40, au commencement du jeu; valeurs qui pourront servir pendant toute sa durée, d'après la remarque précédente, lorsqu'on n'aura pas fait attention à l'espèce

de cartes sorties. Il en résulte, par exemple, que la probabilité du point 31 est un peu moindre que trois fois celle du point 40; tandis que suivant le calcul que l'on a fait dans l'*Encyclopédie*, d'après un faux principe, la première de ces probabilités serait à la seconde, dans le rapport de 13 à 4, qui surpasse d'un quart le rapport de 3 à 1.

La probabilité du double 31 que j'ai trouvée est à très-peu près égale à 22 millièmes, et par conséquent l'avantage du banquier est égal aux onze millièmes de chaque mise. Ce prélèvement en faveur de la banque doit se faire également sur les coups nuls et sur les autres coups; si l'on voulait faire abstraction des coups nuls, il est évident que l'avantage du banquier sur les autres coups devrait être augmenté; et en le calculant dans cette hypothèse, je le trouve égal à très-peu près aux douze millièmes des mises. Ainsi, en prenant les douze millièmes de la somme totale qui se joue annuellement au 30 et 40, et que l'on évalue, non compris les coups nuls, à 270 millions, on aura 2760000 francs pour le bénéfice probable de la ferme des jeux. La probabilité de ce bénéfice sera presque la certitude, à cause du très-grand nombre de coups sur lesquels il est réparti : on évalue, en effet, à près de 1500000 le nombre de coups de 31 qui se jouent chaque année, déduction faite des coups nuls; or, sur un tel nombre de coups, il y a une probabilité que l'on sait calculer, et qui approche extrêmement de l'unité ou de la certitude, que le rapport du bénéfice à la demi-somme des mises doit différer extrêmement peu de la probabilité 24 millièmes. Au reste, le 30 et 40 n'est pas le jeu qui rapporte le plus à la ferme des jeux;

il en existe un autre encore plus funeste, auquel on joue annuellement près de 100 millions, et où l'avantage du banquier est un dix-neuvième des mises, ce qui produit un bénéfice de cinq millions. C'est sur cette somme de 300 et tant de millions, qui représente la totalité des mises à la *roulette* et au 30 et 40, que l'on doit calculer le produit annuel des jeux publics; mais il s'en faut de beaucoup que la quantité de numéraire employé chaque année à jouer, soit comparable à cette somme. Les joueurs rapportent le lendemain au jeu ce que le hasard leur a fait gagner la veille. L'argent du jeu, avant d'être absorbé par la banque, passe un grand nombre de fois des mains qui gagnent dans celles qui perdent; et il n'est sans doute pas exagéré de supposer que le même argent est mis, terme moyen, douze ou quinze fois chaque année sur la table des jeux. Dans cette hypothèse, la somme annuellement employée à jouer se trouve réduite à environ 24 millions, ou au triple du bénéfice de la ferme; celui qui joue d'habitude, et qui n'aura perdu au bout de l'année que le tiers de l'argent qu'il a consacré au jeu, n'aura eu ni bonheur ni malheur : sa perte toute entière aura servi à payer les frais du jeu. Cela explique comment on peut bien rencontrer quelqu'un qui n'ait joué qu'un petit nombre de fois, et qui se soit retiré avec un bénéfice, mais jamais personne qui ait fait fortune dans les maisons de jeu; le prélèvement continuel en faveur de la banque devant conduire tous les joueurs à une ruine certaine, et comme on voit très-rapide.

J'ajouterai à cet extrait les valeurs numériques des chances du 30 et 40, tirées du Mémoire. Soit p 1, p 2,

$p\,3 \ldots, p\,10$, les probabilités des points 31, 32, 33, ... 40 ; on aura :

$$p\,1 = 0{,}14806\,;$$
$$p\,2 = 0{,}13791\,;$$
$$p\,3 = 0{,}12752\,;$$
$$p\,4 = 0{,}11689\,;$$
$$p\,5 = 0{,}10605\,;$$
$$p\,6 = 0{,}09500\,;$$
$$p\,7 = 0{,}08375\,;$$
$$p\,8 = 0{,}07232\,;$$
$$p\,9 = 0{,}06072\,;$$
$$p\,10 = 0{,}05178.$$

Leur somme est égale à l'unité qui représente la certitude, parce qu'en effet, d'après les règles du jeu, un de ces dix points doit nécessairement arriver à chaque tirage.

Ces nombres serviront à régler le sort ou le *parti* des joueurs après le premier tirage de chaque coup. Supposons, par exemple, que ce tirage ait amené le point 34, et que la mise d'un joueur qui a parié pour le second tirage soit représentée par a : s'il arrive le même point au second tirage, le coup sera nul, ce qui vaut a pour le joueur ; s'il arrive un point moindre que 34, il recevra $2\,a$; s'il arrive un point plus élevé, il ne recevra rien. Son espérance mathématique est donc égale à $(p\,4 + 2p\,3 + 2p\,2 + 2p\,1)\,a$, ou à $(0{,}94387)\,a$; ainsi, il aura déjà perdu $(0{,}05613)\,a$, ou à-peu-près 56 millièmes de sa mise. Lorque le premier tirage a amené le point 35, le coup est à l'avantage des joueurs qui ont parié pour le second, et leur espérance est exprimée par $(1{,}16681)\,a$, la mise étant toujours représentée par a.

Les probabilités des coups nuls 32 et 32, 33 et 33, etc., seront exprimées à très-peu près par les carrés des quantités $p\,2$, $p\,3$, etc., et la probabilité d'un coup nul quelconque sera égale à la somme de ces neuf carrés; en la désignant par q, et effectuant le calcul numérique, on trouve :

$$q = 0{,}08783\,;$$

ce qui fait environ 88 coups nuls par 1000 coups joués.

L'objet principal du Mémoire étant de déterminer la probabilité du double 31, on l'a calculée avec une plus grande approximation que les autres chances; en la représentant par p, on a trouvé :

$$p = 0{,}021967\,,$$

ou à très-peu près 22 millièmes. Sur un très-grand nombre m de coups, il y aura probablement mp doubles 31 et mq coups nuls; si l'on appelle n le nombre de ces coups, diminué de celui des coups nuls, on aura :

$$n = m\,(1 - q)\,;$$

d'où l'on tire :

$$m = \frac{n}{1-q} \quad \text{et} \quad mp = \frac{p}{1-q}\,.\,n\,;$$

et d'après les valeurs de p et de q, on aura :

$$mp = (0{,}024082)\,n.$$

Ainsi, la fraction 0,024082, très-peu différente de 24 millièmes, exprime le rapport du nombre de doubles 31 au nombre total des coups joués, non compris les coups nuls.

Sur *la Température de l'intérieur du globe.*

M. Fourier a déduit des équations générales de la propagation de la chaleur cette conséquence importante : dans une sphère solide dont la superficie est exposée à l'action périodique d'un foyer extérieur, la valeur de la température moyenne est la même pour tous les points d'une même verticale, à toutes les profondeurs accessibles ; cette température tient d'ailleurs le milieu entre toutes celles qu'on observerait à la surface, au point où la verticale aboutit. Sil existe, dans l'intérieur du globe, des causes générales ou accidentelles qui concourent à former les températures, on pourra donc les reconnaître en comparant entre elles les températures moyennes des différens points d'une même verticale. Mairan, Buffon et d'autres physiciens s'étaient déjà anciennement occupés de cette recherche à laquelle se liait leur théorie du feu central. Un chapitre de l'excellent *Traité de Géognosie* que M. Daubuisson vient de publier, nous a inspiré la pensée de réunir dans cet article toutes les observations de températures de mines que nous avons pu recueillir, en les accompagnant des circonstances qui doivent faire juger de leur exactitude. On verra qu'il est difficile de ne pas convenir, d'après l'ensemble des résultats, que les températures, en tous lieux, sont constantes à chaque profondeur un peu considérable ; mais qu'elles augmentent à mesure que l'on descend.

Gensanne, directeur des mines de Giromagny, à trois lieues de Béfort, a éprouvé que le thermomètre, dans ces mines, marque les degrés suivans :

A 101 mètres...	12°,5 centig.
206.....	13,1
308.....	19,0
433.....	22,7

Saussure rapporte, dans son *Voyage*, § 1088, des observations analogues faites dans un puits situé près de Bex (canton de Berne) : « Ce puits, dit-il, n'a aucune » galerie latérale percée jusqu'au jour. Il n'y a donc au- » cun courant, et l'air extérieur ne peut influer sur la » température du fond de ce puits qu'au travers du long » et étroit canal par lequel on y descend. D'ailleurs on » n'y travaille plus; on y va très-rarement; l'ouvrier qui » en a la garde m'assura que personne n'y était descendue » depuis trois mois entiers. Je pouvais donc me flatter » d'observer là avec beaucoup de précision la tempéra- » ture du corps de la montagne à cette grande pro- » fondeur ».

Il y avait au fond du puits 3 mètres environ d'eau salée venant de deux petites sources.

A 108 mètr.,	la température de l'air dans une galerie, aussi-bien que celle de l'eau stagnante qui s'y trouvait, était.....	centig. + 14°,4.
A 183 mètr.,	dans un boyau de galerie, l'air et l'eau étaient à.....	+ 15°,6.

A 220 mètr., l'eau salée au fond du puits donnait + 17°,4.

Observations faites par M. Daubuisson dans les mines de Freyberg.

Freyberg est situé par 51° de latitude nord, et à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer. La température moyenne de l'année n'y surpasse pas + 8° ou + 9° centigrades.

Les observations de M. Daubuisson que nous allons rapporter sont extraites d'un ancien volume du *Journal des Mines;* elles ont été faites à la fin de l'hiver de 1802; la terre était alors couverte de neige depuis plusieurs mois, et les jours mêmes des expériences, le thermomètre marquait 3° ou 4° au-dessous de zéro; quelques jours auparavant, il était descendu à — 18°.

Les minerais d'argent sont le principal objet d'exploitation dans les mines de Freyberg; on en retire aussi d'assez grandes quantités de plomb. « Je dois remarquer, » dit M. Daubuisson, que, dans ces mines, on ne con- » naît ni fermentation ni mouvement intestin dans les » substances minérales qui puisse y occasioner quelque » élévation particulière de température : de tous côtés, » je n'y ai vu que des masses inertes et froides. »

Mine de Beschertglück.

Le thermomètre était en plein air, auprès de la mine, à..... — 4°,0 centig.

A l'entrée du puits par lequel l'air sortait de la mine, à..... + 10°,0

(A 120 *mètres de profondeur*), j'ai parcouru une longueur de 1200 mètres,

dans la galerie d'écoulement; la température y était à..... + 10°,0 centig.

(A 160 *mètres de profondeur*), dans une galerie voisine du puits, l'eau était à..... + 11°,2

(A 220 *mètres de profondeur*), dans une galerie où il y avait un petit courant d'air, le thermomètre marquait.. + 11°,2

Plongé dans un courant d'eau gros comme le bras, qui sortait de la roche et entrait dans la même galerie, il est monté à..... + 12°,5

(A 260 *mètres de profondeur*), dans une galerie où le courant d'air n'était nullement sensible, j'ai trouvé.... + 15°,0

Une source qui jaillissait avec force du rocher dans cette même galerie, était à..... + 13°,8

(A 300 *mètres de profondeur*), au fond de la mine, le thermomètre marquait dans l'air..... + 15°,6

Les eaux qui se rassemblaient à cette même profondeur étaient à..... + 15°,6

A Himmelfahrt.

Le thermomètre en plein air était à — 4°,0

(A 100 *mètres de profondeur*), dans la galerie d'écoulement..... + 10°,0

(A 172 *mètres de profondeur*), dans une galerie où il n'y avait pas de travailleurs; j'ai trouvé..... + 12°,5

(A 224 *mètres de profondeur*), l'air était à..... + 15°,0 centig.

Les eaux qui sortaient de la roche au même endroit marquaient..... + 14°,4

(A 250 *mètres de profondeur*), au fond de la mine, dans un ouvrage à gradins où il y avait quatre ou cinq ouvriers, la température de l'air était égale à..... + 15°,0

Celle de quelques eaux stagnantes au même endroit était..... + 14°,7

A Kühschacht.

La mine de ce nom est la plus profonde de celles de Freyberg; elle a 412 mètres de profondeur verticale; en sorte que les travaux inférieurs sont exactement au niveau de la mer. « Il y a environ dix-huit mois, dit » M. Daubuisson, dans la note qui accompagne ses ob- » servations, que les machines hydrauliques destinées à » l'épuisement des eaux ayant été arrêtées, ces eaux s'é- » levèrent dans la mine, et l'inondèrent jusqu'à la galerie » d'écoulement qui est à 69 mètres au-dessous de la su- » perficie du terrain. Depuis, les machines ayant été » remises en jeu, l'on a épuisé une partie des eaux : » cependant celles qui restent encore ont une profondeur » de 117 mètres; ainsi, leur surface est à 295 mètres » au-dessous du jour. Comme ces eaux ne communi- » quent avec l'air extérieur que par un puits qui est » presque entièrement fermé, qu'elles sont dans le fond » de la mine depuis un an et demi, que l'espace qu'elles

» occupent peut être considéré comme une fente de
» 120 mètres de profondeur, de 600 mètres de long et
» d'un mètre de large, il était à présumer que leur
» température devait être entièrement celle de la roche
» adjacente, ou celle de la terre, dans cette contrée et
» à cette profondeur. »

Le thermomètre dehors et en plein air marquait..... — 2°,5 centig.

A l'entrée du puits par où l'air sort de la mine..... + 10°,0

(A 215 *mètres de profondeur*), je trouvai..... + 12°,5

(A 271 *mètres de profondeur*), au-dessus de la surface de l'eau stagnante, le thermomètre dans l'air marquait.. + 15°,0

A la même profondeur, dans l'eau, on avait..... + 16°,3

A Junghohebirke.

« Cette mine est exploitée jusqu'à une profondeur de
» 350 mètres : elle n'a qu'un seul puits, de sorte que la
» circulation de l'air s'y faisant assez difficilement, la
» température y paraît un peu plus élevée que dans les
» mines qui sont bien aérées. Il y a environ un mois
» que les eaux de filtration s'y étaient élevées à 60 mètres
» de hauteur ; on est occupé à les puiser, et maintenant
» leur niveau a baissé de 3 à 4 mètres. »

Hors de la mine, le thermomètre était à 0°,0 centig.

(A 78 *mètres de profondeur*), dans la galerie d'écoulement, l'air était à.... + 10°,0

Les eaux qui coulaient dans cette galerie étaient en assez grande quantité; elles venaient des filtrations qui y pénètrent sur une longueur de 800 mètres; leur température était..... + 9°,4 centig.

(A 117 *mètres de profondeur*), un peu d'eau stagnante, dans la galerie qui est au-dessous de celle d'écoulement, était à..... + 11°,2

Des eaux qui, au même endroit, filtraient à travers le faîte, marquaient... + 10°,0

(A 156 *mètres de profondeur*), l'air dans la galerie était à..... + 13°,8

(A 195 *mètres de profondeur*), l'air dans une galerie était à..... + 15°,0

Un peu d'eau stagnante qui était à côté, marquait..... + 13°,8

(A 312 *mètres de profondeur*), dans une galerie élevée de 3 à 4 mètres au-dessus du niveau des eaux, et 80 mètres au-dessous de l'endroit où sont les travailleurs, la température de l'air était. + 17°,2

De l'eau stagnante sur le sol de la même galerie marquait aussi..... + 17°,2

(A 315 *mètres de profondeur*), l'eau qui inondait les travaux était à..... + 17°,2

M. Daubuisson rapporte qu'il a comparé, dans cette même mine, les températures de deux galeries toutes pareilles et situées au même niveau. Une vingtaine de mineurs travaillaient continuellement dans la première;

dans l'autre, il n'y en a avait aucun : cependant les eaux qui provenaient des deux galeries étaient à la même température, à un demi-degré près.

Observations faites par M. Daubuisson aux mines de plomb de Poullaouen et de Huelgoat.

Observations faites à Poullaouen.

Je commence par indiquer la position du lieu. (C'est M. Daubuisson qui parle.)

La mine de Poullaouen est située à 48° 17′ 49″ de latitude, et à 5° 55′ 57″ de longitude à l'ouest de Paris ; son orifice (celui du puits Saint-Georges) est à 106 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est à 4 myriamètres de la côte septentrionale de la Bretagne, et à 6 de la côte méridionale, ainsi que de celle occidentale. La contrée où elle se trouve fait partie de la langue de terre qui, sous la forme d'un toit dont le faîte est d'environ 260 mètres plus élevé que la mer, s'avance dans l'Océan et constitue le sol de la Bretagne. Celui du pays qui entoure la mine, à près d'un myriamètre de distance, est à environ 150 mètres au-dessus du niveau de la mer : ce pays est coupé et sillonné en tout sens par des vallées : une d'elles, en se renflant, présente comme un bassin presque circulaire, d'environ 1000 mètres de diamètre ; et c'est sous le sol de ce bassin (qui est à 106 mètres d'élévation) que se trouvent les exploitations de Poullaouen.

D'après la loi que suit la chaleur de l'équateur au pôle, la température moyenne de la surface de la terre, à

Poullaouen, doit être de 12°,4. L'élévation du sol exige près d'un degré de diminution, ainsi on peut estimer à 11°,5 centig. la température moyenne.

Mes observations ont été faites le 5 septembre 1806. Pendant tout le jour, le ciel fut beau, et ne présenta que peu de nuages. La température prise à l'ombre, dans le milieu de la journée, était de + 19°.

En rapportant la suite de mes observations, j'indiquerai la position des points où elles ont été faites, ainsi que ce qui m'a paru pouvoir influer sur la température. A côté de chaque expression thermométrique, je donnerai la profondeur, au-dessous de la superficie du sol, du point auquel elle se rapporte :

	Temp.	Prof.
1°. Dans la première galerie, appelée *niveau de 50 pieds*, près du puits par lequel on descend, dans un lieu où il n'y avait qu'un faible courant d'air, un peu d'eau qui était sur le sol a indiqué.....	13°,1 centig.	16m.
2°. A la galerie de Saint-Georges, sous l'intersection de trois branches du filon, dans une espèce de cul-de-sac fort éloigné des lieux qu'occupent les mineurs où il n'y avait aucun courant d'air, mais où il tombait du faîte une grande quantité d'eau de filtration ; cette eau a donné.....	11,9	39
3°. Les eaux de filtration qui sont tombées dans cette galerie (Saint-Georges) ont indiqué, à leur arrivée au puits par lequel on les élève.	12,1	39

	Temp.	Prof.
4°. Trente-six mètres plus bas, au niveau de la Boullaye, vers l'extrémité d'une longue galerie où il n'y a ni courant d'air ni travailleurs, sous de très-fortes gouttières, et dans l'eau, j'ai eu	11°,9 centig.	75m.
5°. Tout au fond du puits Saint-Georges, dans le puisard où se rassemblent les eaux qui ont pénétré dans les parties inférieures de la mine situées tout autour, l'eau a indiqué.	14,2	142
6°. Et l'air au-dessus de cette eau	15	141
7°. Au puisard que présente le fond du puits de Saint-Barbe (lequel est à l'autre extrémité de la mine), dans l'eau, j'ai eu	13,5	150
8°. Et dans l'air, au-dessus de l'eau	14,4	150
9°. Les eaux des ancienues excavations qui viennent à ce puits ont marqué	13,3	

N. B. Ces eaux provenant des filtrations qui ont principalement lieu dans les parties supérieures des anciens travaux, sont froides; et comme elles forment la majeure partie de celles qui entrent dans le puisard de Sainte-Barbe, elles y sont cause du peu de chaleur que présentent celles qui s'y trouvent.

	Temp.	Prof.
10°. Dans une excavation peu éloignée du fond du puits de Sainte-Barbe (appelée *galerie du Four*), dont les parois sont presque par-tout tapissées de pyrites rayonnées, en partie effleurées; le thermomètre, laissé pendant plus d'un quart d'heure, dans un petit creux fait au milieu de la pyrite, et qui renfermait beaucoup de sulfate blanc, le thermomètre, dis-je, a marqué	14°,6	140m.
11°. Plongé ensuite dans un petit trou, d'où il sortait une source assez forte, il a également indiqué.....	14,6	140

1°. Les observations 2, 3, 4 prouvent incontestablement que la chaleur de la roche, dans les parties supérieures de la mine, est de 12° : les eaux qui l'ont indiquée, filtrant à travers la roche, en ont bien certainement pris la température, et on voit que cette température ne diffère pas sensiblement de celle indiquée par la théorie. Si la première observation a donné une chaleur un peu plus considérable, c'est qu'elle a été faite dans un lieu où il passe continuellement de l'air venant de dehors, et par conséquent chaud (les expériences ayant été faites à la fin de l'été).

2°. Les observations 5 et 6 font encore voir que la température des parties inférieures de la mine est plus considérable que celle des parties supérieures. Si, dans les profondeurs, l'air paraît plus chaud que l'eau, c'est vraisemblablement encore parce qu'il a conservé une

partie de la chaleur qu'il avait en entrant dans la mine. J'ai déjà donné la raison qui fait que, dans les observations 7, 8, 9, on a eu une chaleur moindre que ne comporte la profondeur.

3°. Les expériences 10 et 11 montrent qu'il est des circonstances où la présence des pyrites ne produit pas de chaleur : celle qu'elles indiquent ne saurait dépendre de cette cause ; au puits Saint-Georges, il n'y a point de pyrite, et la température est la même.

Ainsi, abstraction faite de toute cause extraordinaire, les observations que j'ai rapportées me paraissent indiquer qu'à 150 mètres de profondeur, la température, est à Poullaouen, de 2 ou 3° plus considérable qu'à la surface du sol.

Observations faites à Huelgoat.

La mine du Huelgoat est à 48° 17′ 17″ de latitude, et à 6° 1′ 46″ de longitude occidentale : son orifice (celui du puits d'extraction) se trouve à 173 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est sur un large coteau qui sépare deux vallons, dont la profondeur est de 80 à 90 mètres.

D'après ce que nous avons dit sur la latitude et l'élévation, on peut conclure que la température moyenne, à Huelgoat, est de 11°.

La roche est, ainsi qu'à Poullaouen, un *schiste argileux ;* mais elle contient de plus quelques couches de schiste alumineux.

Voici les observations que j'ai faites, le 5 septembre (même jour que celles de Poullaouen) :

1°. Dans une galerie qui est à une quinzaine de mètres au-dessous de celle par laquelle les ouvriers entrent ordinairement dans la mine, qui n'a d'autre orifice que celui par lequel on y pénètre; dans laquelle personne n'entre depuis plusieurs années, et où il n'y a aucun courant d'air, le thermomètre, placé à son extrémité septentrionale, a marqué, au bout de 20 minutes..... 11°

	Temp.	Prof.

Après avoir descendu le puits dit *des mineurs*, et avoir parcouru quelques dizaines de mètres sur la galerie qui est au pied, je suis entré dans un autre puits qui aboutit à une galerie absolument sans communication avec le reste de la mine, et dans laquelle il n'y a par conséquent aucun courant d'air.

2°. Le thermomètre plongé dans un peu d'eau stagnante qui était sur le sol, s'est élevé à..... 12,2 70m.

3°. Je suis remonté à la première galerie, et sous une forte gouttière, dans l'eau, et en un endroit traversé par un courant d'air, le thermomètre a marqué..... 13,7 60

Je me suis ensuite dirigé vers le sud où sont les exploitations actuelles.

	Temp.	Prof.
4°. A la deuxième galerie, à peu de distance du puits d'extraction, dans un lieu où l'on passe continuellement, et où il avait un courant d'air assez fort, un peu d'eau stagnante a indiqué.....	15°	80m.
5°. A la cinquième galerie, le thermomètre plongé dans une caisse d'eau qui était près du grand puits, s'est élevé à.....	17	140
6°. A l'extrémité de la galerie n° 9½, point où les travaux sont le plus avancés vers le midi, on voit jaillir du rocher une grande quantité d'eau légèrement vitriolique; le thermomètre tenu pendant un quart d'heure, au milieu du jet, a continuellement marqué.....	19,7	230
7°. Tenu à côté, dans l'air, il a également donné.....	19,7	230
8°. Il en a été de même, à environ soixante pas vers le puits, lorsqu'on l'a mis au milieu du ruisseau formé par la source dont nous venons de parler.....	19,7	230

Le fond de la mine était noyé; les eaux s'y élevaient à une hauteur d'environ 16 mètres. Je suis descendu par un petit puits pratiqué à peu de

distance du grand, jusqu'au niveau du lac souterrain.

	Temp.	Prof.
9°. Le thermomètre tenu pendant un quart d'heure sur une planche qui flottait sur l'eau, a marqué	18°,8	238m.
10°. Plongé dans l'eau, il a également indiqué.....	18,8	238
Toutes les eaux qui coulaient dans cette partie méridionale de la mine se rendaient dans le lac souterrain, où elles étaient puisées par les pompes.		
11°. La température de celles que ces pompes versaient dans la galerie n° 7 était de.....	19,4	180
En suivant cette galerie, elles se rendaient à un autre puits placé dans la partie septentrionale de la mine.		
12°. Elles s'y mêlaient avec une petite quantité d'eau dont la température était de.....	15,0	120
13°. Et lorsque toutes ensemble étaient versées par les pompes dans la galerie d'écoulement, elles portaient le thermomètre à.....	18,4	

Nous avons ici deux classes d'observations à distinguer, celles (n°s 1, 2, 3 et 12) faites dans la partie septentrionale de la mine, et celles faites dans la partie méridionale.

Les premières me paraissent indiquer la température

naturelle du terrain. Celle n° 1, faite à 20 ou 30 mètres au-dessous de la superficie du sol (dans cette partie de la mine), doit être regardée comme donnant le vrai degré de chaleur de la surface du terrain de la contrée : je ne vois aucune cause qui ait pu altérer la température naturellement propre à cet endroit, qui est fort éloigné de tous les travaux; certainement elle y reste la même durant toutes les saisons de l'année; et son expression est exactement celle indiquée par la théorie. Les observations n°s 2 et 3 font encore voir que cette température va en augmentant à mesure qu'on s'enfonce. Le courant d'air qui règne dans la première galerie (celle des *chariotcurs*) rend raison du petit excès de chaleur qu'on y remarque proportionnellement à la profondeur.

Quant aux températures observées dans la partie méridionale de la mine, elles ont été visiblement influencées par une cause étrangère, par l'arrivée des eaux vitrioliques, que nous avons dit venir du midi. En fonçant un nouveau puits, à 100 mètres de la partie méridionale des exploitations actuelles, on a traversé des couches d'un schiste alumineux, lequel, dès sa sortie du souterrain, a déjà un goût stiptique très-fort. Avec le secours de la loupe, on y remarque une multitude de points pyriteux qui, par leur décomposition et leur action sur le schiste, ont vraisemblablement produit un dégagement de calorique, lequel aura échauffé les eaux qui traversent ces couches. Celles-ci, n'étant qu'à une petite profondeur, se sont trouvées, par quelques fissures, en communication avec l'atmosphère; et les décompositions et dégagemens auront ainsi pu s'effectuer dans l'intérieur de la terre.

Quoi qu'il en soit, il me paraît positif que c'est en traversant ces couches que les eaux auront pu acquérir une chaleur de 20°, qui est supérieure à celle que comporte la profondeur à laquelle elles se trouvent.

J'observerai encore ici que si c'est aux pyrites qu'il faut attribuer cette chaleur, elles la produisent par leur action sur le schiste. Dans les observations faites à Poullaouen, nous avons vu des pyrites en quantité considérable n'occasioner aucune chaleur particulière. Je répéterai ici ce que j'ai dit ailleurs : j'ai vu des exploitations de pyrite, et n'y ai pas trouvé la chaleur sensiblement plus forte que dans les autres mines : ainsi, je serais porté à croire que les pyrites en masse, au moins celles non radiées, ne produisent pas de chaleur souterraine ; mais celles qui sont disséminées en parties extrêmement petites, dans un corps sur lequel l'acide sulfurique peut avoir une action, ne sont plus dans le même cas lorsqu'il y a accès d'air atmosphérique. J'ai fait remarquer, dans un autre Mémoire, que ce ne sont pas les houilles qui contiennent le plus de pyrites, qui donnent, dans l'intérieur des mines, les airs inflammables connus sous le nom de *feux grisous*; mais celles qui n'en contiennent pas ou presque pas à la vue simple, et dans lesquelles le sulfure de fer est vraisemblablement en particules indiscernables.

Observations faites dans les mines de Cornouailles, et communiquées, le 21 septembre 1819, à la Société géologique de ce Comté.

Par Mr R. W. Fox (1).

Wheal Abraham mine (mine de cuivre et d'étain).

(Observations faites par le capitaine Th. Lean, en juin 1815.)

Profondeurs.		Températures.
0 mètres	température de l'air	+ 15,0 centig.
5	..... air	+ 18,3
36	..... air	+ 18,0
110	..... air	+ 19,4
146	..... air	+ 20,0
182	..... air	+ 20,2
219	..... air	+ 20,5
256	..... air	+ 20,8
293	..... air	+ 21,0
329	..... air	+ 22,8
348	..... air	+ 26,0

Observations faites à la même mine de Wheal Abraham, en décembre 1815.

Profondeurs.		Températures.
0 mètres	température de l'air	+ 10°,0
5	..... air	+ 11,1

(1) Ces observations inédites nous ont été transmises en manuscrit par M. Clément, à qui elles avaient été adressées. Nous avons transformé les degrés de Farenheit en degrés centigrades et les fathoms en mètres.

Profondeurs.		Températures.
37 mètres	température de l'air	+ 13°,9
73	air	+ 16,1
82	air	+ 16,7
91	air	+ 17,2
110	air	+ 17,5
146	air	+ 17,8
183	air	+ 18,8
183	eau	+ 17,8
201	air	+ 20,0
201	eau	+ 18,3
227	air	+ 21,1
227	eau	+ 20,0
265	air	+ 22,0
265	eau	+ 23,0
293	air	+ 21,1
293	eau	+ 23,3
329	air	+ 23,3
329	eau	+ 23,3
348	air	+ 23,3
348	eau	+ 23,3
366	air	+ 25,6
366	eau	+ 25,6

Utnited mines (mines de cuivre et d'étain).

Le niveau de la mer, dans cette mine, correspond à la profondeur de 91 mètres.

(Observations faites par Michael Williams, en mai 1819.)

Profondeurs.		Températures.
0 mètres.	température de l'air	+ 14°,8
83	air	+ 13,3

Profondeurs.		Températures.
119 mètres.	température de l'air	+ 20°,0
247	..... air	+ 21,1
293	..... air	+ 20,0
302	..... air	+ 22,8
302	..... eau	+ 23,3

Dolcoath mines (mines de cuivre et d'étain).

Le niveau de la mer, dans cette mine, correspond à la profondeur de 110 mètres.

(Observations faites par John Rede, en octobre 1815.)

Profondeurs.		Températures.
0 mètres.	température de l'air	+ 16°,6
128	..... air	+ 16,9
293	..... air	+ 21,0
311	..... air	+ 21,5
329	..... air	+ 22,0
357	..... air	+ 23,3
375	..... air	+ 23,3
421	..... air	+ 26,6
421	..... eau	+ 27,8

Tinesoft mine (mine de cuivre et d'étain).

Le niveau de la mer, dans cette mine, correspond à la profondeur de 113 mètres.

(Les observations suivantes ont été faites, en mai 1819, par M. John Rede.)

Profondeurs.		Températures.
51 mètres.	température de l'air	+ 11°,7
101	..... air	+ 11,1

Profondeurs.		Températures.
134	température de l'air	+ 12°,2
170	..... air	+ 13,3
201	..... air	+ 16,7
234	..... air	+ 16,7
234	..... eau	+ 15,0

Cookskitchen mine (mine de cuivre et d'étain).

Le niveau de la mer, dans cette mine, correspond à la profondeur de 110 mètres.

(Les observations suivantes ont été faites, en mai 1819, par M. John Rede.)

Profondeurs.		Températures.
51 mètres.	température de l'air	+ 10°,0
91	..... air	+ 12,8
128	..... air	+ 13,9
170	..... air	+ 13,9
195	..... air	+ 16,7
234	..... air	+ 17,2
269	..... air	+ 17,8
311	..... air	+ 17,8
342	..... air	+ 20,5
342	..... air	+ 20,0

Mr R. W. Fox dit, dans les notes qui accompagnent ces observations que les *Dolcoath*, *Cookskitchen* et *Tinesoft mines* sont dans du schiste argileux placé sur du granite, et que le schiste argileux dans les *united mines* contient de grandes masses de porphyre. Le lecteur remarquera sans doute qu'à profondeurs pareilles, il y a d'assez grandes différences entre les températures de

ces deux dernières mines et celles des précédentes. Mr R. W. Fox croit que cette anomalie tient à ce que les *Tinesoft* et *Cookskitchen mines* étaient inondées depuis long-temps par des eaux qui, sinon en totalité, du moins en très-grande partie, provenaient des couches supérieures, et devaient conséquemment abaisser la température.

Sur les Températures des mines de charbon de terre situées au nord de l'Angleterre.

Par Robert Bald (1).

Mine de Whitehaven, comté de Cumberland.

Air à la surface.....	+	12°,8 centig.
Source à la surface.....	+	9,4
Eau à la *profondeur de* 146 *mètres*...	+	15,5
Air à la même profondeur.....	+	17,2
Air à la *profondeur de* 182 *mètres*...	+	18,9
Différence entre la température de l'eau à la surface, et celle qui sort à la *profondeur de* 146 *mètres*.....	+	6°,1

Mine de Workington, comté de Cumberland.

Air à la surface.....	+	13°,3 centig.
Source à la surface.....	+	8,9
Eau à la *profondeur de* 55 *mètres*...	+	10,0
Eau à la *profondeur de* 154 *mètres* au-dessous des eaux de l'Océan.....	+	15,6

---

(1) Ce qui suit est tiré de l'*Edimburgh philosophical Journal*, n° 1, 1819, p. 134.

Différence entre la température qu'a l'eau à la surface et à 154 mètres de profondeur..... + 6°,7

Mine de Teem, comté de Durham.

Air au fond d'un puits de 135 *mètres de profondeur* (le sol est un peu élevé au-dessus de la mer)..... + 20°,0

Eau à la même profondeur..... + 16,1

Différence entre la température moyenne de l'eau à la surface (+9°,4) et celle de ce même liquide à 135 mètres de profondeur..... + 6,7

Mine de Percy, comté de Northumberland.

Air à la surface..... + 5°,6

Eau dans une galerie située environ 270 *mètres au-dessous du niveau de la mer*, et précisément sous le lit de la rivière Tyne..... + 20,0

Air, à la même profondeur..... + 21,1

Différence entre 9°,4, température moyenne de l'eau à la surface, et celle de ce liquide à 270 mètres au-dessous du niveau de mer..... + 10,6

Mine de Jarrow, comté de Durham.

Air à la surface..... + 9°,7

Eau, à la *profondeur de* 269 *mètres*, comptés à partir de la surface..... + 20,0

Air, à la même profondeur..... + 21°,1 centig.

Différence entre 9°,4, température moyenne de l'eau à la surface, et celle de ce liquide à la *profondeur de* 269 *mètres*..... + 10,6

(*Le puits* de la mine de Jarrow est le plus profond de toute l'Angleterre : car il y a 274 mètres de distance entre le fond de ce puits et la surface).

Mine de Killingsworth, comté de Northumberland.

Air, à la surface..... + 8°,9

Air, au fond du puits, à la *profondeur de* 241 *mètres*..... + 10,5

Air, à la *profondeur de* 274 *mètres* et à 1 $\frac{1}{4}$ mille de distance du puits..... + 21,6

Eau, à la *profondeur de* 366 *mètres* (comptée à partir de la surface), et dans la portion de la mine la plus éloignée des ouvertures..... + 23,3

Air, à la même profondeur..... + 25,0

Excès de la température de l'eau à 366 mètres de profondeur, sur 9°,4, température moyenne à la surface..... + 13,9

La mine de *Killingworth* est la plus profonde de toutes les mines de charbon de terre de la Grande-Bretagne, quoique cependant aucun de ses puits ne soit, pris isolément, aussi profond que celui de la mine de *Jarrow*.

Dans ces mines de charbon de terre, les couches sont d'autant plus sèches que leur profondeur est plus grande;

aussi, dans quelques galeries situées cependant au-dessous du niveau de la mer, est-on obligé d'arroser le sol pour que les travailleurs et les chevaux ne soient pas trop incommodés par la poussière.

Observations de M. de Humboldt *sur les Températures de diverses mines d'Amérique.*

Mines de la Nouvelle-Espagne (1).

Guanaxuato lat. 21° 0′ 15″; hauteur du plateau au-dessus de la surface de l'Océan, 1100 toises. Température moyenne annuelle de l'air, vraisemblablement 16° centigr., semblable à celle de Rome. La mine de Valenciana est si chaude, que, dans les parties les plus profondes, les mineurs sont constamment exposés à la température de 33° centig. Au mois de septembre, j'ai trouvé

l'air au-dehors de la mine.....	19°,3.
Entre le *Despacho del tiro nuevo* et la *Boveda de San Pablo*, entre 100 et 200 varas (2) de profondeur.....	23°,7 à 27°,6.
Dans les *planes de San Bernardo*, à 600 varas de profondeur.....	33°,8.

La source qui sort sur le filon même, à 600 varas de profondeur, a 36°,8 de température; elle est de 3° plus chaude que l'air des *planes* dans lequel travaillent les mineurs. (C'est par erreur qu'on a imprimé, dans le

---

(1) Ces observations et celles qui suivent sont tirées des Journaux inédits de M. de Humboldt.

(2) 1 mètre = 1,195 vara et 2,33 vara = 1 toise.

Nivellement barométrique des Andes, n° 336, que la température de la source était 29°,3 *centig*. Elle est de 98°,2 *Fahr.*, par conséquent 29°,5 *Réaum.*)

La mine de Rayas, près de celle de Valenciana, est regardée à tort par les mineurs comme beaucoup plus chaude que les *planes de San Bernardo*. J'ai trouvé le thermomètre centigrade à l'air libre, près de la *Boca de la Mina*..... 20°,8.

Dans les *planes*, à 230 varas de profondeur..... 33°,7.

Dans les mines de Villalpando, à trois lieues au nord de Guanaxuato (sur un plateau de 1330 toises), j'ai trouvé, à l'air libre..... 22°,4.

Dans les *planes*, à 160 varas de profondeur..... 29°,4.

C'est dans les mines de Guanaxuato que l'on a entendu, en 1784, un bruit souterrain (*truenos* et *bramidos subterraneos*) qui n'a été accompagné d'aucune secousse. Le volcan de Jorullo, sorti de terre le 14 septembre 1759, est à 50 lieues de distance des roches de transition métallifères de Guanaxuato. Il y a des sources chaudes autour de Guanaxuato, sortant d'un Conglomerat basaltiqué. Celles de Comangillas, que j'ai examinées, ont 96°,2 de température.

Dans la mine de la Cabrera, près de Moran (lat. 20° 10′ 4″, hauteur 1331 toises, température moyenne annuelle de l'air probablement 15°,8 cent.), j'ai trouvé l'air extérieur..... 10° à 11°,8

Dans la galerie *del Conde de Regla*, à 60 varas de profondeur, sans traces de métal dans le porphyre de transition..... 21°,2.

Eau souterraine à cette profondeur... 17°,1.

Dans le village de Tehuilotepec, près de Tasco (lat. 18° 35′ 0″, hauteur 919 toises, température moyenne annuelle de l'air probablement 20°), j'ai trouvé le thermomètre à l'air, hors de la mine, de jour, 25° à 26°, de nuit, 16 à 17; il était dans la galerie de *san Ignacio* (où il n'y avait aucun mineur et pas de courant d'air), à 130 varas de profondeur perpendiculaire 24°,3; dans les eaux des mines à la même profondeur 20°. A Moran, les eaux des mines étaient de 4°; à Tehuilotepec de 4°,3, plus froides que l'air des mines (1).

Mines du Pérou.

Les seules observations faites à de grandes profondeurs, mais dans des parties du globe élevées de plus de 1800 toises au-dessus du niveau de l'Océan, sont les observations de Hualgayoc, près de Micuipampa, sur le dos des Andes de Chota, lat. 6° 43′ 38″ sud; hauteur du plateau 1816 toises; tempér. moyenne annuelle de l'air à cette hauteur probablement 7°,8 cent. La montagne

(1) Dans les mines de Saint-Ana (royaume de la Nouvelle-Grenade), j'ai trouvé l'air de l'intérieur par-tout 21°,4, quand l'air de dehors était, de jour, 22°,5, de nuit, 18°,7; mais la mine a à peine 35 toises de profondeur. Elle est située par les 5° 10′ de lat. nord, à 500 toises de hauteur, dans une région dont la température moyenne de l'atmosphère est probablement 21° à 22°.

métallifère de Hualgayoc, qui est isolée dans le plateau, paraît avoir plus de 2100 toises au-dessus du niveau de l'Océan. J'ai trouvé le thermomètre à l'air libre. 5°—6°.

Dans la *Mina de Guadalupe*, l'air de la galerie..... 14°,3.

L'eau de la mine..... 11°,2.

Dans la *Mina del Purgatorio*, qui est extrêmement sèche, l'air était..... 19°,6.

Cette température de 19°,6 dans l'intérieur de la terre, presque à la hauteur du pic de Ténériffe, est sans doute bien remarquable. Le thermomètre est, dans ces contrées, le jour, de 5° à 9°, la nuit de 0°,4 à + 2°. Le point où j'ai mesuré la température au Purgatorio est à-peu-près de 30 toises plus bas que celui de Guadalupe. Il est presque impossible de déterminer la profondeur par rapport à la surface du terrain, parce que la montagne isolée dans laquelle les mines sont creusées a des pentes très-irrégulières. Il suffit de rappeler que les *planes* des deux mines sont un peu au-dessus du niveau du plateau de Micuipampa, et de 250 à 300 toises au-dessous de la cime de la montagne de Hualgayoc. Deux points de l'intérieur de cette montagne, à 1840 toises de hauteur absolue, ont par conséquent 14°,3 et 19°,6 de température : quand l'air environnant a une température moyenne de 7°,8; les eaux des mines sont, dans ces mêmes lieux, 11,°2.

D'autres observations de M. de Humboldt sur la température du globe, faites dans les mines de Bayreuth pendant plusieurs mois, sont rapportées dans son *Traité des Moffettes* (*ueber die Grubenwetter*, 1799, p. 97). Le même savant a fait, en 1791, conjointement avec M. Freiesleben, une longue série d'observations sur la température des mines de Freyberg. Il a trouvé au *Kühschacht* et à *Seegen Gottes Herzog-Augustus*, à 120 et 150 mètres de profondeur, l'air des mines

à 13° et 14°,8 cent., quand l'air extérieur était, en janvier, + 3° et + 4°. M. de Humboldt évalue la température moyenne annuelle de Freyberg à 7° ou 8°, celle de Berlin étant au plus 8°,5 cent.

Depuis la publication des expériences de M. Daubuisson que nous avons rapportées plus haut, le Directeur-général des mines de Saxe a fait placer des thermomètres, à poste fixe, dans la mine de *Beschertglück* et dans celle d'*Alte Hoffnung Gottes*, à deux lieues au nord de Freyberg. Ces thermomètres étaient dans des niches pratiquées à cet effet dans la roche et derrière des vitres. Observés trois fois par jour, durant l'espace de deux ans, ils ont toujours marqué le même degré, sans la moindre variation.

A Besckertglück.

Le thermomètre à 180 mètres de profondeur a toujours marqué..... + 11°,2 centig.

Le thermomètre à 260 mètres de profondeur s'est constamment maintenu à. + 15°,0

Ce qui confirme les résultats de M. Daubuisson.

A *Alte Hoffnung Gottes*, on a trouvé :

73 mètres de profondeur...	+ 9°,0 centig.
170.....	+ 12,8
270.....	+ 15,0
380.....	+ 18,7

M. le Directeur-général observe que ces mines sont dans des montagnes de gneis qui ne renferment ni beaucoup de pyrites, ni d'autres substances susceptibles, par leur action chimique, d'élever la température.

Nous avons déjà fait remarquer, dans nos résumés météorologiques, que la température moyenne de Paris, déterminée par les observations faites dans l'air, à quelques mètres au-dessus du sol, est *inférieure* de près d'un degré à celle qui est indiquée par le ther-

momètre placé dans les caves de l'Observatoire, à 28 mètres de profondeur. La méthode suivie par les météorologistes, dans la détermination des températures moyennes, est-elle suffisamment exacte pour qu'on puisse regarder cette différence d'un degré comme réelle, et dépendant des mêmes causes qui augmentent si considérablement la chaleur dans les galeries inférieures des mines ? C'est ce que je n'entreprendrai pas de décider ici.

Observations *sur l'Essai des soudes et des sels de soude du commerce.*

Par MM. Welter et Gay-Lussac.

Aujourd'hui que les lumières de la chimie pénètrent dans tous les ateliers, et que les fabricans n'achètent et n'emploient leurs agens qu'après en avoir reconnu la pureté et le titre, on sent de plus en plus l'insuffisance du procédé que l'on suit pour essayer la soude et le sel de soude (carbonate de soude) qu'on en retire. Ce procédé, comme on sait, consiste à rechercher combien un poids donné de l'une ou de l'autre de ces matières sature d'acide sulfurique d'une force connue. Il ne laisserait rien à desirer si la soude était toujours à l'état caustique ou à l'état de carbonate; mais très-souvent elle contient du sulfure de soude, du sulfite, et même quelquefois de l'hyposulfite; et dès-lors l'essai qu'on en fait devient très-défectueux.

En effet, le sulfure de soude étant décomposé par l'acide sulfurique, sature une portion de cet acide, et fait évaluer trop haut le titre de la soude, parce que le sulfure n'est utile presque dans aucun art, et que souvent au contraire il est nuisible.

Le sulfite et l'hyposulfite de soude proviennent de la décomposition par l'air du sulfure de soude que contient la soude immédiatement après sa fabrication, et qui s'y trouve en quantité d'autant plus considérable qu'elle a été plus mal fabriquée. Ces deux sels, lorsqu'on les décompose par l'acide sulfurique, laissant dégager de l'acide sulfureux qui se décèle immédiatement par son odeur et par la propriété qu'il a de rougir le papier de tournesol, ne paraissent pas nuire à l'essai de la soude; mais nous allons faire voir que le sulfite rend le terme de la saturation très-incertain.

Nous remarquerons d'abord que les soudes, à moins qu'elles n'aient été très-mal fabriquées, ne fournissent ordinairement que du sulfite de soude et non de l'hyposulfite. C'est au moins ce que nous avons reconnu sur divers échantillons de soude et de sel de soude de la fabrique de M. Dizé, à Saint-Denis. Surpris de ce résultat, car les sulfures se changent ordinairement en hyposulfites par leur exposition à l'air, nous avons conjecturé que l'absence de l'hyposulfite pouvait provenir de ce que la soude était en grand excès relativement au sulfure, et qu'il était possible que cet excès s'opposât à la formation de l'hyposulfite, et déterminât celle du sulfite : c'est en effet ce que l'expérience a pleinement confirmé. Une dissolution de sulfure de potasse avec grand excès d'alcali, laissée à l'air pendant quelque temps, s'est changée en sulfite, et n'a pas manifeste la plus légère trace d'hyposulfite.

Ce résultat, qui explique pourquoi les sels de soude du commerce provenant d'une bonne fabrication ne contiennent que du sulfite de soude, simplifie beaucoup la

question de l'essai des soudes que nous nous proposons de résoudre. Nous supposerons donc que les soudes ou les sels de soude ne contiennent que du sulfite ou du sulfure, et nous commencerons par l'essai des sels de soude ne contenant que du carbonate et du sulfite de soude, et d'autres sels tels que des sulfates ou des chlorures (muriates), que l'on doit considérer comme des matières inertes qui n'apportent aucun obstacle dans la détermination du titre des soudes.

La présence d'un sulfite dans les sels de soude rend leur essai très-incertain quand on se contente, comme on l'a fait jusqu'à présent, de reconnaître, au moyen du tournesol ou du sirop de violette, le terme de la saturation par l'acide sulfurique. L'incertitude vient de ce que la couleur du tournesol et du sirop de violette n'est pas changée en rouge aussitôt qu'il y a une portion de sulfite décomposée, ou, en d'autres termes, de ce que le sulfite acide de soude ne rougit le tournesol et la violette que lorsque l'excès d'acide est parvenu à un certain terme. Mais pour ne laisser aucune obscurité à cet égard, il est nécessaire de définir ce que nous entendons par sulfite neutre.

Nous appelons sulfite neutre, ou simplement sulfite, un sulfite qui, converti en sulfate au moyen de l'oxigène, donnerait un sulfate neutre. Par bisulfite, nous entendons un sulfite qui contient deux fois plus d'acide sulfureux que le précédent, ou deux atomes. Ce sel, changé en sulfate par le chlorate de potasse, est extrêmement acide. On l'obtient cristallisé en faisant passer de l'acide sulfureux en excès dans la dissolution concentrée d'une base alcaline.

Or, le sulfite de soude rétablit le tournesol et le sirop de violette qu'on a rougis au moyen d'un acide ; ce n'est que lorsqu'il existe dans la dissolution plus d'acide sulfureux qu'il n'en faut pour former le bisulfite, que le changement de couleur a lieu. Ainsi, dans l'essai des sels de soude, on emploie plus d'acide sulfurique qu'il n'en faudrait réellement pour saturer le carbonate de soude, et l'excès est justement égal à ce qui serait nécessaire pour saturer la moitié de la base du sulfite. Si, par exemple, il existe cinq centièmes de sulfite de soude dans les sels de soude, on évalue leur titre par les procédés ordinaires à environ un degré et demi de trop.

M. Laurens de Marseille, sans connaître la véritable cause de l'incertitude des essais des sels de soude, a proposé, dans une instruction particulière où il règne beaucoup d'erreurs, de reconnaître le point de saturation par l'odeur de l'acide sulfureux ; mais ce moyen est tout-à-fait trompeur ; car, sans parler de l'odorat, qui est un très-mauvais juge, comme la plupart de nos sens, l'odeur de l'acide sulfureux peut se manifester long-temps avant le terme de la saturation de la soude. Il suffit pour cela de verser un peu trop rapidement l'acide sulfurique dans la dissolution du sel de la soude; dans l'endroit où il tombe il produit une sur-saturation, et l'odeur de l'acide sulfureux devient très-sensible ; et d'ailleurs, si, en ne versant l'acide que goutte à goutte, on évitait le dégagement de l'acide sulfureux avant le terme de la saturation, son odeur ne se manifesterait que lorsque le bisulfite serait formé, et qu'il commencerait à être décomposé. Le procédé ordinaire de l'essai des sels de soude est donc très-défectueux, puisqu'il ne fait pas connaître la quantité de sulfite qu'ils con-

tiennent, et qu'il fait au contraire évaluer ce sel pour une quantité à-peu-près égale à la moitié de son poids de carbonate de soude.

Pour remédier à cet inconvénient, nous proposons de mêler dix grammes de sel de soude à essayer avec un peu de chlorate de potasse, et de chauffer le mélange dans une capsule de platine jusqu'au rouge obscur. Le sulfite se changera en sulfate neutre, et le chlorate en chlorure également neutre. Dès-lors l'essai, étant fait par les procédés ordinaires, ne présentera plus aucune incertitude, et la quantité d'acide sulfurique employée indiquera réellement le titre des sels de soude. Nous avons essayé plusieurs fois ce procédé, et nous l'avons trouvé très-sûr et d'une très-facile exécution dans la pratique. Nous sommes persuadés de son efficacité, et nous n'hésitons pas à le recommander avec la plus grande confiance.

Le même procédé s'applique aux sels de soude qui contiendraient aussi du sulfure de soude, que l'essai ordinaire fait évaluer pour de la soude. En effet, d'après l'observation que nous avons faite, que les sulfures se changent en sulfites simples lorsque leur base est en grand excès, et finalement en sulfates, ils doivent faire perdre une quantité de soude égale à celle qui serait neutralisée par l'acide sulfurique qu'on pourrait former avec le soufre qu'ils contiennent. Or, en chauffant les sels de soude avec un peu de chlorate de potasse, le soufre se change en acide sulfurique, et sature exactement la portion de soude qui était à l'état de sulfure.

L'essai des soudes brutes ne présente pas plus de difficultés que celui des sels de soude. Après avoir dissous leurs parties solubles, on doit ajouter un peu de chlorate

de potasse; on évapore ensuite à siccité, et on calcine au rouge pour convertir les sulfures ou les sulfites en sulfates.

S'il n'existait dans les sels de soude, comme matières étrangères pouvant altérer leur titre, que de l'hyposulfite de soude, il ne faudrait point les calciner avec du chlorate de potasse avant d'en faire l'essai. Aussitôt, en effet, qu'une partie d'hyposulfite est décomposée par l'acide sulfurique, son acide devient libre, et agit sur la teinture de tournesol; d'ailleurs l'acide hyposulfureux renfermant deux atomes de soufre, il saturerait deux atomes de base au lieu d'un, si on le convertissait en acide sulfurique, et par conséquent le titre de la soude serait jugé trop faible. Dans le cas où la soude contiendrait en même-temps du sulfure, du sulfite et de l'hyposulfite, son essai deviendrait incertain; mais heureusement les hyposulfites ou les sulfures qui les produisent en se décomposant à l'air, ne se présentent que très-rarement dans les soudes, et cela suppose qu'elles proviennent d'une très-mauvaise fabrication.

On peut déterminer facilement la quantité de sulfite existante dans une soude en faisant deux essais; l'un sur la soude dans son état naturel, et l'autre sur un égale portion, après l'avoir calcinée avec un peu de chlorate de potasse. Le double de la différence des deux titres obtenus, représentera la quantité de sulfite, qu'il sera aisé d'évaluer en centièmes. En opérant de même, on parviendrait à connaître la quantité de sulfure; mais on prendrait seulement la différence des deux titres, au lieu de la doubler.

L'essai des soudes est au reste une opération délicate, et qui demande des mains exercées, surtout lorsque les

soudes sont à l'état brut. La manière dont on fait la dissolution, à chaud, à froid, avec plus ou moins de temps, a une grande influence sur leur titre.

Cela tient à ce que la soude brute est un mélange de sulfure de chaux très-peu soluble et de carbonate de soude. Si on fait la dissolution à froid, il ne se dissout que très-peu de sulfure de chaux; mais si on la fait à chaud, il se dissout alors du sulfure qui agit sur le carbonate de soude, le décompose, et reproduit du sulfure de soude et du carbonate de chaux. On conçoit que si on donnait au sulfure de chaux le temps de se dissoudre, on reproduirait une quantité considérable de sulfure de soude : c'est aussi ce que l'expérience confirme.

La saturation de la dissolution de soude par l'acide sulfurique exige éalement des attentions particulières; nous allons indiquer comment on doit la faire.

Nous donnons la préférence au tournesol, comme réactif propre à faire reconnaître le terme de la saturation, parce qu'il est facile de se le procurer, et qu'il est en même-temps d'un emploi très-commode et très-sûr. On en prépare une forte infusion, et on en verse assez dans la dissolution de la soude ou du sel de soude qu'on doit essayer, pour qu'elle ait une teinte bleue bien prononcée. On ajoute ensuite l'acide sulfurique par très-petites parties et on agite continuellement. Pour que cette opération se fasse commodément, on doit se servir d'un vase profond, tel qu'un bocal assez grand pour que la dissolution de soude ne fasse qu'une couche de 3 à 4 centimètres d'épaisseur, et le placer sur une feuille de papier blanc, afin de mieux apprécier les changemens de couleur. L'acide carbonique de la soude qui est

déplacé par l'acide sulfurique ne se manifeste pas d'abord, parce qu'il se combine avec la portion de carbonate de soude qui n'a point encore éprouvé de décomposition, et forme un bicarbonate ou un carbonate saturé.

En supposant que ce soit un carbonate simple que l'on essaie, l'effervescence ne doit commencer à se manifester que lorsqu'on a saturé d'acide sulfurique à-peu-près la moitié de la soude; mais pour cela, il est nécessaire que la dissolution de soude soit étendue d'une quantitité d'eau convenable, comme, par exemple, de trente fois le poids de la soude. Pendant la formation du bicarbonate, la couleur du tournesol ne change point, parce qu'il n'y a point d'acide carbonique libre dans la liqueur; mais aussitôt qu'il est tout formé, et qu'il commence à être décomposé par l'acide sulfurique, la couleur bleue du tournesol vire au rouge, et l'effervescence ne tarde pas à se manifester. On doit alors commencer à se tenir sur ses gardes pour ne pas dépasser le point de la saturation, et lorsqu'on présume qu'on en approche, on ajoute l'acide sulfurique par cinquièmes ou par dixièmes de mesure, et l'on fait, après chaque addition, un trait sur du papier de tournesol avec une baguette de verre qu'on a trempée dans la dissolution (1). On réi-

---

(1) Le meilleur papier de tournesol est celui qui est préparé avec du papier fin collé, tel que le papier à lettre, et qui n'est point trop fortement coloré. Il indique alors d'une manière très-sensible le plus léger excès d'acide sulfurique. Le tournesol a le précieux avantage d'être rougi par l'acide carbonique lorsqu'il est en dissolution peu colorée, et de ne

tère ces opérations jusqu'à ce que le dernier trait sur le papier de tournesol soit très décidément rouge, et qu'on ait même dépassé la saturation : on retranche ensuite autant de cinquièmes ou de dixièmes de mesure qu'il y a de traits rouges, moins un, et l'on a alors le véritable titre de la soude. On s'aperçoit aisément que l'acide sulfurique commence à dominer dans la liqueur par la couleur pelure d'oignon qui succède subitement à la couleur rouge vineuse qui avait été produite par l'acide carbonique.

En suivant exactement le procédé qui vient d'être décrit, on pourra déterminer facilement les quantités de soude caustique et de carbonate, ou bien de carbonate et de bicarbonate existantes dans un sel de soude. En effet, si la soude est entièrement caustique, sa dissolution, colorée en bleu par le tournesol, ne changera de couleur qu'au moment de la saturation complète par l'acide sulfurique; si elle est entièrement bicarbonatée, elle changera de couleur, et l'effervescence commencera après l'addition du premier vingtième d'acide sulfurique ; et enfin, si elle est seulement carbonatée, le changement de couleur du tournesol par l'acide carbonique et l'effervescence se manifesteront lorsqu'on aura ajouté les $\frac{19}{20}$ de l'acide sulfurique nécessaire a la saturation.

La force de l'acide d'épreuve est tout-à-fait arbitraire.

---

l'être pas lorsqu'il est appliqué sur le papier, et que sa couleur est plus foncée, parce que l'acide que l'on porte sur le papier avec la baguette de verre et qui forme le trait n'est plus en quantité suffisante pour saturer l'alcali qui existe dans le tournesol.

M. Décroizilles fait le sien en prenant 1 gramme d'acide sulfurique concentré, et en l'étendant d'eau jusqu'à ce qu'il occupe exactement le volume d'un centilitre ou de 10 grammes d'eau. L'unité de mesure qu'il emploie est égale à un centimètre cube. Néanmoins il eût été plus avantageux que, dans le volume d un centilitre de dissolution acide, il s'y fût trouvé précisément 1 gramme d'acide réel, et qu'on eût ainsi exprimé par la même unité, ou au moins par des unités décuples l'une de l'autre, le poids des alcalis à essayer et celui de l'acide d'épreuve; mais l'acide de M. Décroizilles est déjà d'un usage presque général, et il serait peut-être difficile de le remplacer par celui que nous proposons.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 7 février 1820.

Son Excellence le Ministre des Affaires étrangères transmet à l'Académie un *Traité sur la Vaccination en général,* par M. Krauff. (L'ouvrage est en allemand.)

M. Cloiviel envoie des échantillons d'une mine : ils seront examinés par M. Lelièvre.

On lit une lettre de M. Geoffroy-Saint-Hilaire : cet académicien fait remarquer que si l'on s'en rapportait à la date qu'on lit sur le dernier Numéro du *Journal de Physique,* le Mémoire de M. Blainville que ce Numéro

renferme paraîtrait antérieur à celui que lui, M. Geoffroy, a communiqué à l'Académie, dans une des dernières séances, tandis qu'on trouvera tout le contraire si l'on compare les véritables dates des publications respectives.

On lit une lettre de M. Granville, qui réitère la demande qu'il a déjà faite d'un rapport sur les deux ouvrages qu'il a envoyés sur l'acide prussique et la potasse.

Au nom d'une Commission, M. Richard lit un rapport sur quelques écrits relatifs à la botanique qui ont été présentés à l'Académie par M. Aubert-du-Petit-Thouars.

« Nous pensons, dit M. Richard en terminant son » rapport, que le travail très-étendu de M. Du-Petit- » Thouars sur les Orchidées, dont les planches des- » sinées par lui ne font pas la moindre partie, ne peut » qu'accroître et éclairer beaucoup une famille de plan- » tes où règnent encore bien des obscurités. »

M. La Billardière, au nom d'une Commission, rend compte des essais déjà fort satisfaisans que M. Guyot a faits pour représenter en lithographie, et par des moyens qui lui sont propres, plusieurs espèces de plantes.

M. Richard fils lit un Mémoire intitulé : *Histoire monographique des hydrocotylées.* (Renvoyé à l'examen d'une Commission.)

Séance du lundi 14 *février.*

L'affreux événement arrivé la nuit dernière a déterminé l'Académie à ne point tenir de séance aujourd'hui.

Séance du lundi 21 février.

On renvoie à l'examen de plusieurs commissaires un *Mémoire sur divers points du calcul des fonctions*, adressé à l'Académie par M. Henry Gerner Schmidten.

M. Bertin présente un troisième *Mémoire sur les Maladies du cœur.* (Les commissaires déjà chargés de l'examen des deux premiers rendront également compte de celui-ci.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire* intitulé : *De la Colonne vertébrale et de ses côtes dans les insectes apivopodes.*

M. Jaumes-Saint-Hilaire avait présenté à l'Académie un *Mémoire* relatif aux genres *Aspalathus*, *Borbonia* et *Liparia* : ce Mémoire a donné lieu aujourd'hui à un rapport rédigé par M. Desfontaines, et dont les conclusions sont qu'il mérite d'être imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers.*

M. Bérard de Briançon avait adressé à l'Académie une *Méthode pour déterminer le nombre de racines imaginaires des équations algébriques.* La Commission qui avait été chargée d'examiner le Mémoire de M. Bérard a montré que la méthode en question est en défaut dès le 4me degré.

M. Sarlandière lit un *Mémoire sur la Vaccine et le mode de vaccination.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	759,54	+ 0,2	90	758,00	+ 3,0	80	756,09	+ 4,4	60	753,87	+ 0,5	90	+ 4,4	— 1,3	Beau, brouillard.	S. E.
2	754,25	— 0,1	96	754,57	+ 1,1	90	754,60	+ 0,9	90	756,00	— 0,1	96	+ 0,9	— 1,5	Couvert, brouillard.	E.
3	758,12	— 0,2	96	758,63	+ 0,3	86	758,60	+ 0,5	82	759,60	— 0,2	86	+ 0,5	— 0,3	Couv., brouil. épais.	O.
4	761,00	+ 1,2	90	761,07	+ 4,3	71	761,22	+ 4,2	70	761,88	— 0,7	96	+ 4,3	— 1,5	Trouble et nuageux.	O.
5	761,78	— 1,5	91	761,35	— 0,1	90	760,58	+ 0,5	93	759,75	— 0,7	96	+ 0,5	— 2,8	Couvert.	S.
6	760,32	+ 4,0	92	761,48	+ 7,4	89	761,70	+ 7,1	89	763,80	+ 6,6	90	+ 7,4	+ 2,0	Légèrement couvert.	S O.
7	766,40	+ 3,8	96	766,06	+ 9,2	85	765,57	+ 8,1	92	765,73	+ 5,4	96	+ 9,2	+ 1,5	Trouble et nuageux.	S.
8	765,58	+ 1,8	96	765,47	+ 4,5	95	765,00	+ 5,8	95	764,78	+ 2,0	96	+ 5,9	+ 1,4	Couvert, brouillard.	S.
9	762,70	+ 1,6	96	761,30	+ 6,2	83	759,52	+ 9,5	66	757,76	+ 4,8	92	+ 9,5	— 0,5	Nuages à l'horizon.	S. S E
10	757,88	+ 6,5	95	758,05	+ 9,0	92	758,20	+ 9,0	96	760,54	+ 6,3	97	+ 9,0	+ 5,4	Couvert.	S. S. O
11	764,44	+ 5,9	96	764,24	+ 7,4	74	763,40	+ 8,8	55	761,18	+ 5,2	86	+ 8,3	+ 3,2	Nuageux, brouill.	S. O.
12	756,90	+ 5,0	90	756,96	+ 7,8	77	756,82	+ 6,3	83	757,86	+ 2,9	98	+ 7,8	+ 2,4	Couv., brouill. léger.	S.
13	759,55	+ 0,8	96	758,87	+ 2,2	95	758,06	+ 3,0	91	758,30	+ 1,8	96	+ 3,0	+ 0,5	Brouillard épais.	S. E.
14	761,10	+ 1,5	96	761,10	+ 3,8	81	761,04	+ 5,0	59	762,76	+ 1,3	89	+ 5,0	+ 0,2	Couvert, brouillard.	N.
15	764,80	— 0,5	88	764,93	+ 0,4	80	764,60	— 0,0	77	764,85	— 1,5	80	+ 0,4	— 1,5	Couvert, brouillard.	N. N. O.
16	764,04	— 1,2	81	763,25	+ 0,4	65	762,20	+ 1,4	50	761,60	— 1,2	80	+ 1,4	— 3,0	Beau, brouillard.	N. E.
17	760,70	— 2,4	88	760,14	— 0,5	60	759,58	+ 0,5	51	760,16	— 2,5	66	+ 0,5	— 4,5	Beau, brouillard.	N.
18	759,55	— 1,9	77	758,82	+ 1,1	62	758,00	+ 0,9	53	758,16	— 1,0	70	+ 1,1	— 4,8	Nuageux.	N.
19	758,58	— 1,0	89	758,14	+ 0,6	78	757,94	+ 0,2	72	758,35	— 2,5	80	+ 0,6	— 2,5	Couvert.	N. E.
20	758,00	— 3,4	90	756,78	+ 0,4	77	755,58	— 0,8	77	754,04	— 0,8	85	+ 0,4	— 6,2	Très-nuageux.	S. E.
21	753,86	+ 1,6	92	752,78	+ 4,8	90	752,27	+ 7,5	87	753,08	+ 6,2	90	+ 7,5	+ 0,0	Couvert, brouillard	E.
22	754,46	+ 8,9	85	753,98	+13,2	61	752,50	+14,2	58	751,62	+11,0	60	+14,2	+ 6,4	Trouble, lég. brouil.	S. E.
23	750,63	+10,0	85	750,64	+11,2	76	748,92	+10,8	72	749,60	+ 7,2	88	+11,2	+ 7,2	Couvert, brouillard.	S.
24	750,07	+ 5,5	86	748,38	+ 7,5	78	745,95	+ 9,6	75	742,54	+ 6,8	89	+ 9,6	+ 3,2	Couvert par interval.	S. fort.
25	742,04	+ 5,5	95	742 82	+ 5,8	80	743,42	+ 7,2	65	745,84	+ 3,8	79	+ 7,2	+ 3,8	Couv., léger brouil.	S. O.
26	749,46	+ 4,5	86	749,78	+ 8,0	65	750,13	+ 5,5	80	752,46	+ 1,1	94	+ 8,0	+ 1,1	Très-nuageux.	N. E.
27	756,44	+ 3,5	87	756,60	+ 5,2	76	756,66	+ 5,6	76	756,90	+ 3,1	80	+ 5,6	+ 2,8	Couv., léger brouil.	E.
28	755,41	+ 3,0	75	754,77	+ 6,1	75	754,05	+ 8,4	70	754,88	+ 2,4	97	+ 8,4	+ 0,2	Couvert.	N. E.
29	755,05	+ 1,0	93	754,60	+ 5,5	80	753,46	+ 8,0	76	753,03	+ 2,5	95	+ 8,0	— 0,3	Légères vapeurs.	N.
1	760,76	+ 1,7	94	760,60	+ 4,5	86	760,11	+ 5,0	83	760,37	+ 2,4	94	+ 5,2	+ 0,2	Moyennes du 1 au 10	Pluie en centim.
2	760 77	+ 0,2	89	760,32	+ 2,4	75	759,72	+ 2,5	67	759,73	+ 0,2	83	+ 2,9	— 1,6	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 2,958.
3	751,94	+ 4,8	87	751,59	+ 7,5	75	750,83	+ 8,5	71	751,10	+ 4,9	85	+ 8,8	+ 2,7	Moyenn. du 21 au 29	Terrasse, 2,553.
	758,02	+ 2,2	90	757,71	+ 4,7	79	757,09	+ 5,2	74	757,27	+ 2,4	87	+ 5,5	+ 0,3	Moyennes du mois	+ 2,9.

Troisième *Extrait du Rapport du Jury de l'Exposition de* 1819.

Amélioration des laines.

A l'époque de l'exposition de 1806, la grande et importante opération de l'amélioration des laines présentait déjà de très-beaux résultats. Le jury de cette exposition remarqua que la laine des mérinos établis en France depuis plusieurs générations, égalait en finesse et en beauté celle des mérinos nés en Espagne. Il n'osa pas dire qu'elle la surpassait, quoiqu'il eût des raisons de le penser. Il constata que plusieurs manufacturiers de draps superfins faisaient une partie considérable de leur fabrication avec des laines recueillies en France, et il annonça que l'on pouvait prévoir une époque où il ne serait plus nécessaire d'acheter des laines à l'étranger. Le temps a confirmé de la manière la plus positive la justesse de cet aperçu; des résultats saillans et incontestables marquent les pas que l'amélioration a faits depuis 1806. Malgré les circonstances défavorables qui, pendant quelques années, ont découragé les propriétaires de mérinos, les troupeaux de race pure ou de race améliorée se sont étendus. Il est constaté que la laine des mérinos gagne de la finesse par le séjour de cette race en France. La laine française est employée de préférence dans la fabrication des draps du premier degré de finesse, et la laine espagnole n'est plus admise que dans ceux du second degré.

Il n'y a pas vingt ans que le plus grand nombre des

fabricans de draps superfins montraient de la répugnance pour l'emploi des laines d'origine française : ils soutenaient qu'elles ne pouvaient remplacer les laines espagnoles, parce que, disaient-ils, *la laine des mérinos français n'avait pas autant de nerf.* Cependant des draps fabriqués avec des laines françaises ayant été risqués dans le commerce, les consommateurs les accueillirent avec une préférence marquée : dès-lors les laines mérinos françaises furent généralement employées dans la fabrication des draps superfins ; et l'opinion est si bien fixée sur ce point, qu'une manufacture craindrait d'altérer sa réputation si elle faisait entrer des laines d'Espagne dans ces sortes de draps. Les fabricans motivent aujourd'hui l'exclusion des laines espagnoles, en disant qu'elles ont *trop de roideur.* Ces deux réponses ne sont opposées qu'en apparence : elles sont l'expression du même fait observé de deux points de vue différens.

Tous les manufacturiers de l'Europe pensent maintenant avec les nôtres que la laine des mérinos nourris en France, réussit mieux dans la fabrication des draps superfins que la plus belle laine espagnole. Ce fait, généralement reconnu, a influé avantageusement sur notre commerce ; le prix courant de notre laine mérinos est supérieur à celui de la laine d'Espagne, et, chaque année, la France en vend à l'étranger pour une valeur assez importante. La faveur dont nos laines jouissent est due, en premier lieu, à leur qualité ; mais le soin qu'on apporte à les laver et à en faire le triage y ajoute beaucoup. Il y a quinze ans qu'il n'existait peut-être pas en France un seul lavoir pour les laines fines : aujourd'hui ils sont nombreux, et peuvent satisfaire à tous les besoins ; on

en compte plus de quarante autour de Paris. C'est M. Ternaux qui a donné le premier modèle d'un établissement de ce genre.

Le triage est cette opération par laquelle on sépare et l'on classe par sortes, les diverses qualités de laine que présente une même toison, de façon que chacune de ses parties peut être employée par le fabricant à l'usage auquel elle est le plus propre. Cette opération, aussi bien que le lavage, s'exécute en France avec une grande perfection.

On peut regarder le lavage et le triage des laines comme une branche d'industrie nouvellement acquise. Cette industrie est importante ; elle facilite la bonne fabrication au dedans, et fait rechercher nos laines au dehors.

Il est pénible d'avoir à remarquer que quelques fabricans croient devoir employer des laines de Saxe dans une assez forte proportion ; ils en font surtout usage pour la trame. Ils pensent que cette laine, ayant le poil plus court et étant plus douce que les laines les plus fines de France, donne un fil moins sec, qui garnit mieux et rend l'étoffe plus moelleuse. Quelques faits semblent prouver que cette opinion est un préjugé destiné à avoir le même sort que celui qui faisait regarder les laines des troupeaux mérinos de France comme impropres à la fabrication des draps superfins. La pratique des fabricans de Louviers est sans doute d'une grande autorité dans cette question. Le public a admiré les draps superfins qui ont mérité des médailles d'or à MM. Riboulleau-Jourdain et Gerdret, et une médaille d'argent à M. Sainte-Marie-Frigard. Ils étaient surtout remarquables par leur moel-

leux. Ces fabricans ont déclaré au jury central qu'ils n'y ont point fait entrer de laine étrangère, et qu'ils n'en emploient point dans leur fabrication habituelle. Leur déclaration est confirmée par l'attestation du jury départemental de l'Eure. Ces faits méritent toute l'attention des manufacturiers qui croient qu'on ne peut se passer des laines de Saxe pour faire de beaux draps superfins.

Au surplus, s'il existe quelque différence, il est probable qu'elle ne tardera pas à disparaître par l'effet seul du climat : il paraît constant que la température influe sur les qualités et sur l'abondance du poil des animaux. La douceur de la laine des mérinos semble augmenter à mesure qu'on avance vers le nord ; mais cet effet ne devient sensible qu'après plusieurs générations : la souche des troupeaux saxons a été extraite d'Espagne, plus de cinquante ans avant qu'on eût pensé à introduire en France la race des mérinos. Cependant nos laines ont déjà gagné assez de finesse pour être préférées aux laines d'Espagne et pour rivaliser avec celles de Saxe ; quelques générations de plus, et l'amélioration sera complétée. Si des climats plus froids sont nécessaires, les montagnes de la France offrent des contrées plus étendues que la Saxe toute entière, et qui ont la même température moyenne.

Fils de laine.

La filature de la laine présente deux problêmes très-distincts, la filature de la laine cardée, et celle de la laine peignée. La laine cardée, qu'on appelle aussi *laine grasse*, parce qu'elle est huilée avant d'être soumise à

l'action de la carde, sert à confectionner toutes les étoffes feutrées ou drapées ; ce sont celles dont on ne voit pas le grain : tels sont, par exemple, les draps et les casimirs. La laine peignée est employée à la fabrication des étoffes rases, telles que les tissus mérinos pour schalls et pour robes, les étamines, les burats, etc.

Les machines à carder la laine et à filer la laine cardée ont commencé à être employées en France vers l'année 1803 : à cette époque, MM. Douglas et Cockerill établirent des ateliers pour construire ces machines ; le premier à Paris, le second à Verviers et à Liége, et plus tard à Reims. Leurs machines ont successivement reçu quelques perfectionnemens par l'influence des manufacturiers qui en ont fait usage, et par celle d'un concours qui fut ouvert sous le ministère de M. le comte Chaptal.

On doit à M. Prosper Bellanger, mécanicien et filateur de laine à Darnetal, près Rouen, d'avoir établi des machines à filer la laine cardée, auxquelles on peut appliquer un moteur hydraulique ou tout autre ; ce qui a permis d'augmenter le nombre des broches, et d'obtenir des produits plus considérables : à cet avantage, le métier de M. Prosper Bellanger réunit celui de régler à volonté et avec précision la finesse du fil et le degré de torsion.

La filature de la laine destinée à fabriquer les étoffes rases doit être précédée du peignage : chacune de ces opérations présente, pour être exécutée à la mécanique, plus de difficultés que les deux opérations réunies du cardage et de la filature de la laine grasse. La laine soumise au peigne est complètement dégraissée : le but du peignage est d'extraire les filamens courts, et de disposer

les filamens longs parallèlement entre eux ; jusqu'à présent cette opération n'a pu être faite qu'à la main. Les premières recherches de M. Demaurey, d'Incarville près Louviers, et une annoncé récemment faite par M. Godard d'Amiens, dont il sera parlé ci-dessous, pourraient donner quelques espérances ; mais il est exact de dire qu'on ne connaît, quant à présent, d'une manière certaine, aucune machine qui ait exécuté le peignage en grand. La laine peignée est remise à des fileuses au rouet, qui la convertissent en fil. Tel était, du moins jusqu'à ces dernières années, l'état de cette industrie. Les schalls mérinos et tous les tissus ras qui furent présentés à l'exposition de 1806 étaient formés de fils faits à la main. La Société d'encouragement proposa, en 1807, un prix de 3,000 francs pour une machine à filer la laine peignée ; ce prix n'a été décerné qu'en 1815 à M. Dobo, de Paris. Cet artiste prouva que dès 1811 ses machines à filer la laine peignée avaient été mises en activité dans la manufacture de M. Ternaux, à Bazancourt près Reims, et que leurs produits avaient été employés à la fabrication des étoffes rases appelées alors *tissus Ternaux*.

La filature de la laine et la fabrication des étoffes, qui jusqu'ici avaient été réunies dans les mêmes mains, semblent aujourd'hui vouloir se séparer pour former des branches distinctes. Cette séparation doit être vue avec faveur ; elle influera avantageusement sur la perfection du travail, et elle augmentera l'énergie des moyens de production, en permettant à chaque fabricant de porter tout son capital et toute son attention sur un objet plus restreint.

Il existe déjà plusieurs établissemens uniquement af-

fectés à la filature des laines, soit cardées, soit peignées. Nous connaissons celui de Bazancourt près Reims ; celui de Chardron, à Autrecourt près Sedan ; celui de Bonsecours (faubourg Saint-Antoine, à Paris), sous la direction de M. Dobo ; celui que M. Poupart de Neuflize a formé à Mouzon, et celui que M. Prosper Bellanger dirige à Darnetal : sans doute ils ne sont pas les seuls. Le jury, en distribuant les distinctions, n'a pas pris en considération tous les établissemens qui viennent d'être nommés ; il n'a pu avoir égard qu'à ceux de ces établissemens dont les produits ont été vus à l'exposition.

Draperie fine et superfine.

La fabrication de la draperie a fait des progrès véritables pendant les treize années qui se sont écoulées depuis l'exposition de 1806.

Les fabriques se sont multipliées ; des moyens d'exécution plus sûrs et plus expéditifs ont été adoptés ; les produits ont gagné en qualité, et on les a variés avec beaucoup d'art.

Depuis le commencement du siècle, il s'est fait, dans cette branche importante de notre industrie, une amélioration du premier ordre ; c'est l'introduction des machines : cette opération, qui n'était que commencée et pour ainsi dire ébauchée en 1806, est aujourd'hui entièrement consommée. L'adoption des machines est devenue si générale, que le petit nombre d'établissemens qui sont demeurés en arrière ne pourront bientôt plus soutenir la concurrence des autres fabriques ; ils seront obligés d'adopter les mêmes moyens ou de cesser leurs travaux.

On reconnaît déjà ces établissemens à la cherté de leurs produits, et aux plaintes qu'ils font entendre sur la diminution des demandes.

L'usage des machines a introduit plus d'égalité dans la fabrication ; de sorte que la qualité des draps ne dépend plus autant de l'habileté des fabricans, en ce qui concerne la partie mécanique du travail. Cette habileté n'a conservé toute son influence que pour les opérations très-importantes, à la vérité, du choix et de l'assortiment des laines, de la teinture, du dégraissage et des apprêts.

Depuis long-temps il est reconnu qu'on ne fabrique rien en Europe qui égale les draps superfins de Sedan et de Louviers. Ceux que ces deux villes célèbres ont présentés à l'exposition de 1819, sont de la plus grande beauté. L'amélioration des laines a fourni le moyen d'ajouter à la souplesse du drap et à sa finesse, en même temps que les machines ajoutaient à la régularité de la fabrication.

Tous ces draps sont d'une perfection presque uniforme, et ne diffèrent entre eux que par des nuances peu tranchées ; en sorte qu'il a fallu beaucoup d'attention pour assigner des différences. On remarquera sans doute que le jury n'a pas décerné des médailles de bronze pour des draps fabriqués à Louviers et à Sedan : ce n'est pas qu'il ait jugé indignes d'une telle distinction ceux de ces draps dont il n'a pas parlé ; loin de là, il les a considérés comme étant au-dessus de la classe marquée par la médaille de bronze ; il a mieux aimé les passer sous silence que de les placer dans un rang inférieur à leur mérite.

La fabrique d'Elbeuf ne se borne pas à une seule qualité de drap ; elle opère sur une échelle étendue, de ma-

nière à fournir aux besoins d'une classe nombreuse de consommateurs. Les draperies qu'elle a présentées à l'exposition sont toutes, quels que soient d'ailleurs leur destination et leur prix, remarquables par les qualités essentielles qui caractérisent une bonne fabrication. Dans les prix supérieurs, on trouve la souplesse à un degré qui rapproche ces draps de ceux de Louviers.

On a vu, à l'exposition, des draps d'Abbeville tout-à-fait dignes de la réputation distinguée dont la draperie de cette ville jouit depuis long-temps.

Ce n'est plus seulement à Louviers, à Sedan, à Abbeville et à Elbeuf que l'on fait des draps fins ; il s'est formé à Beaumont-le-Roger, dans le département de l'Eure, une manufacture dont les produits se placent au premier rang avec ceux de Louviers.

On a vu se développer, dans les départemens de l'Aude, de l'Hérault, du Tarn et de l'Arriège, dans ceux de l'Isère, de l'Oise, de l'Eure et du Calvados, des manufactures qui donnent des produits supérieurs en perfection aux draps qu'on faisait jadis à Elbeuf, et égalent quelquefois les draperies fabriquées, il y a trente ans, à Louviers, à Sedan et à Abbeville. La masse des produits de ces nouvelles manufactures surpassera bientôt ce qui était mis dans le commerce par les départemens de l'Ourte et de la Roer, aujourd'hui séparés de la France, et qui ne fournissent plus à sa consommation.

C'est principalement dans les départemens de l'Aude, de l'Hérault et du Tarn, que l'on fabrique les draps destinés à être exportés dans le Levant, et qui sont connus sous les noms de *londrins*, de *mahouts* ou *draps sérails*. Le jury a vu avec une satisfaction particulière

les draperies de ce genre présentées à l'exposition par les fabriques de Carcassonne, de Saint-Pons, de Saint-Chinian, de Mazamet et de Clermont (Hérault). Elles sont fabriquées avec intelligence et très-agréablement apprêtées. En soignant ainsi la fabrication, et surtout en profitant de l'introduction des machines et de l'amélioration des laines nationales, pour abaisser les prix sans altérer les qualités, ces villes ne peuvent manquer de ressaisir la faveur dont elles ont si long-temps joui dans les Echelles du Levant.

Le jury de 1806 ne jugea pas convenable de décerner des médailles aux manufactures de draperies fines : ce n'est pas qu'il méconnût l'importance de cette magnifique industrie; mais elle lui parut dans un état presque stationnaire et peu différent de celui où elle s'était montrée à l'exposition précédente. Depuis 1806, la fabrication des lainages a fait, dans toutes ses parties, des progrès si considérables, qu'on peut regarder cette industrie comme ayant subi un renouvellement presque total. Le jury de 1819 a cru devoir signaler ce mouvement avantageux, en décernant les distinctions qu'il était en son pouvoir de distribuer.

Draperie moyenne.

La draperie moyenne forme une branche majeure de l'industrie des lainages : ses produits sont assez variés pour satisfaire à tous les besoins; et, par la modération de leurs prix, ils conviennent à un grand nombre de consommateurs. Le jury s'en est occupé avec un vif intérêt; il a reconnu que les progrès de l'art de fabriquer s'y font sentir d'une manière marquée. L'influence de

l'amélioration de nos laines communes, par le croisement de la race indigène de bêtes à laine avec les animaux de race pure, est très-sensible. Le jury a voulu seconder ce mouvement, en décernant plusieurs distinctions.

Draperie commune.

La fabrication de la draperie commune fournit le vêtement non-seulement des classes pauvres ou peu aisées, mais encore de cette partie très-nombreuse de la population qui, sans être étrangère à quelque aisance, est placée immédiatement au-dessous de la classe moyenne : elle alimente donc une consommation très-considérable. C'est dans cette partie surtout que l'application des machines et des nouveaux procédés a les résultats les plus étendus; les modèles sont tellement répandus dans les diverses contrées de la France, qu'il n'est pas difficile de s'en procurer la connaissance. On peut prédire des succès aux établissemens qui ne tarderont pas à les adopter, et une ruine certaine à ceux qui s'obstineront à n'en pas faire usage.

Casimirs et Cuirs-laines.

La fabrication du casimir a été portée en France à un grand degré de perfection; nos casimirs sont supérieurs à ceux que l'on fabrique à l'étranger, même à ceux de la Belgique, qui ont pu être préférés pendant quelque temps; les nôtres l'emportent surtout par le drapé.

On a d'abord donné le nom de *cuir-laine* à une étoffe dont la chaîne est en coton et la trame en laine, et dont

le tissu est croisé à la manière des casimirs. La maison Petou, de Louviers, est la première qui ait fabriqué cette étoffe, qui a obtenu un grand succès ; depuis on a fait, d'après des principes semblables, dans les départemens du midi, des étoffes entièrement en laine, auxquelles on a aussi donné le nom de *cuir-laine ;* il en a été exposé de très-belles par M. Guibal-Veaute et par M. Guibal jeune, de Castres ; deux manufacturiers qui ont été jugés dignes de la médaille d'argent pour l'ensemble de leur fabrication.

La fabrication du casimir ayant, depuis plusieurs années, atteint son degré de perfection, il est très-difficile d'assigner des degrés de supériorité parmi une douzaine de fabricans, tous très-distingués, qui ont exposé des casimirs : cependant le jury a cru devoir marquer son intérêt pour cette industrie et pour celle qui produit les cuirs-laines, par des médailles ou des mentions qu'il a accordées à plusieurs fabricans.

Duvet de Cachemire.

La fabrication des schalls en laine de mérinos a fait naître le desir de travailler la matière même des beaux tissus de cachemire. M. Ternaux se la procura par la voie de Cazan ; c'est par cette voie, qu'il a ouverte le premier, que l'approvisionnement de nos manufactures s'opère, et continuera probablement de s'opérer jusqu'à ce que les chèvres qui produisent ce duvet soient assez multipliées en France pour fournir à toutes les demandes.

L'année 1819 sera remarquable dans l'histoire de

l'agriculture française par l'acquisition de cette race de chèvres. Nous en sommes actuellement en possession, grâces aux soins du Gouvernement, au zèle courageux et infatigable de M. Jaubert, qui s'est dévoué à toutes les peines et à tous les dangers d'un voyage dans des contrées lointaines et presque désertes, pour procurer à sa patrie cette nouvelle source de richesses, et surtout au patriotisme de M. Ternaux, qui, le premier, a conçu l'idée de cette importation, qui a fourni les fonds pour l'exécuter, et l'a entreprise à ses risques et périls.

L'extrême lenteur du procédé indien pour la fabrication des schalls est la cause principale de l'élévation de leur prix. En France, où la main-d'œuvre est beaucoup plus chère que dans l'Inde, il fallait, ou se contenter d'un travail qui présentât toute l'apparence extérieure, ou imaginer des moyens économiques d'exécution qui produisissent à meilleur marché des tissus en tout semblables aux schalls de cachemire.

On a résolu le premier problême, en employant le procédé du *lancé*, depuis long-temps usité pour la fabrication des étoffes façonnées. L'autre problême présentait plus de difficultés ; et ce n'est que depuis quelques années seulement qu'il a été résolu par M. Bauson, dont il sera parlé dans la suite.

Quoique la filature du duvet de cachemire soit moins facile que celle de la laine peignée, on y a cependant réussi, en employant les mêmes mécanismes et les mêmes procédés, modifiés d'après les qualités physiques qui distinguent les deux substances ; on a vu, à l'exposition, de très-beaux fils de cachemire faits à la mécanique.

M. Bauson, rue de Montreuil, faubourg Saint-Antoine,

n° 85, a imaginé, pour fabriquer les schalls, un procédé facile et prompt, qui est exécuté par des enfans, sous la dictée d'une ouvrière exercée.

Les schalls fabriqués par M. Bauson sont en tout point semblables aux vrais schalls de cachemire, et peuvent être livrés au commerce à un prix inférieur.

Soies gréges.

Les soies gréges exposées dernièrement présentent deux variétés entièrement distinctes.

La première est la soie jaune ordinaire que nous possédons depuis plus de deux siècles; l'autre se fait remarquer par sa couleur, qui est naturellement d'un blanc très-pur. Il n'y a pas long-temps que les Chinois étaient seuls en possession d'en mettre dans le commerce, où elle était connue sous le nom de *soie Sina*. Sa blancheur et sa fermeté la font rechercher pour la fabrication des blondes, des tulles et des crêpes. Il existe, à la vérité, deux procédés pour blanchir notre soie ordinaire, celui qui est connu sous le nom de *décreusage*, et celui du blanchiment par l'esprit-de-vin; mais le décreusage, quoiqu'il ait été perfectionné par M. Roard en 1809, causé un déchet de vingt-cinq pour cent et détruit la fermeté de la soie; l'un et l'autre procédés entraînent des manipulations dispendieuses; et le blanc qu'ils produisent, moins durable que celui de la soie blanche native, tourne, en vieillissant, vers une nuance jaune.

Il y a environ quarante ans que le Gouvernement,

frappé des avantages qui résulteraient de l'introduction en France de l'éducation du ver à soie sina, en fit chercher de la graine en Chine; il la confia à des propriétaires connus pour bien entendre la culture de la soie ordinaire. Cependant cette opération n'a pas eu d'abord tout le succès qu'on avait espéré : on croyait même que la semence du ver à soie sina s'était perdue, lorsqu'en 1808 le Comité consultatif des arts et manufactures apprit qu'elle avait été conservée à la France par le zèle éclairé de M. Rocheblave, d'Alais; de M. Rattier, de Chouzy-sous-Blois, département de Loir-et-Cher; de M. Frachon-Rocoules, d'Annonay, et de M. Bouilloux, de Bourg-Argental, département de l'Ardèche. Dès que ce fait fut connu, l'administration s'appliqua à favoriser la propagation de ce ver précieux. Elle fit distribuer de la graine; elle répandit dans les contrées où l'on récolte la soie, des instructions pour éclairer les propriétaires sur les avantages de la soie sina : des primes furent promises pour exciter à la cultiver.

La Société d'encouragement ouvrit en même temps un concours, et proposa un prix de 2,000 francs pour les propriétaires qui auraient entrepris cette culture le plus en grand. Ces mesures ont atteint le but qu'on se proposait. Aujourd'hui l'éducation du ver à soie blanche de Chine est assez étendue pour qu'on puisse la regarder comme définitivement établie en France. Déjà elle fournit des produits de quelque importance à nos manufactures. On a des motifs raisonnables d'espérer que cette culture s'étendra de plus en plus. Cette espèce de soie est recherchée dans le commerce, et payée un plus haut prix que la soie ordinaire : le ver qui la donne n'est

pas plus délicat que l'autre, son éducation n'est pas plus difficile; seulement le tirage demande plus de propreté et quelques attentions pour conserver le blanc dans toute sa pureté.

Les propriétaires qui pourraient avoir le projet d'entreprendre l'éducation du ver sina doivent être prévenus qu'il faut mettre beaucoup de soin au choix de la graine. On produit, dans l'éducation du ver à soie ordinaire, un assez grand nombre de cocons blancs : il ne faut pas confondre ces produits accidentels avec le cocon blanc sina; le mélange des deux races donne une race moyenne dont la soie ne vaut pas celle de la race pure.

La filature de la soie a été perfectionnée dans toutes ses parties.

M. Gensoul obtint, en 1806, une médaille d'or pour l'invention d'un appareil au moyen duquel on chauffe, par la vapeur, l'eau des bassines où les cocons sont mis pour être filés. Cet appareil, qui donne de meilleures qualités à la soie et une plus grande propreté, devient d'un usage à-peu-près général.

M. Bonnard, de Lyon, a imaginé un procédé de tirage qui lui permet de filer à un seul cocon. Cette soie serait trop fine pour être employée sans être doublée; mais c'est un exemple de la finesse qu'on peut obtenir; il prouve jusqu'à quel point de perfection les moyens de tirage sont parvenus.

Fil de bourre de soie.

Les fabricans de Lyon et ceux de Paris mettent en œuvre une grande quantité de bourre de soie filée. On en fabrique une partie de ces étoffes dites *de goût* ou *de*

fantaisie, qui tiennent aujourd'hui une si grande place dans notre commerce de soierie. L'art de filer en fin et par mécanique la bourre de soie seule ou mélangée avec la laine, était, malgré son importance, demeuré étranger à la France, quoiqu'il y eût dans d'autres pays des établissemens très-considérables où cet art était pratiqué.

La Société d'encouragement, voulant faire remplir la lacune que présentait cette partie de notre industrie, proposa un prix pour diriger sur ce point l'émulation des mécaniciens. Enfin, l'exposition nous a fait connaître un établissement où la bourre de soie est filée avec une perfection qui satisfait pleinement les fabricans de Lyon. Cependant nous en achetons encore au dehors pour des sommes importantes.

Etoffes de soie.

Le travail de la soie est une des branches les plus importantes de notre industrie, par le commerce qu'il entretient, l'occupation qu'il fournit à une classe nombreuse d'ouvriers, et par l'encouragement qu'il donne aux contrées où le climat permet la culture du mûrier et l'éducation des vers à soie.

Parmi les manufactures de soie, Lyon occupe le premier rang; nulle part ailleurs, dans le monde entier, on ne trouve un grand corps de fabrique qui ne réunisse un aussi bel ensemble de moyens divers. Depuis dix ans, cette fabrique a fait des progrès remarquables : tout s'est perfectionné; l'art de filer la soie, celui de la teindre, et le mécanisme à l'aide duquel sont tissées les étoffes. Les machines qu'on employait autrefois étaient compli-

quées, chargées de cordages et de pédales ; plusieurs individus étaient nécessaires pour les mettre en mouvement ; ils appartenaient au sexe le plus faible, et souvent à l'âge le plus tendre : ces ouvrières, qu'on désignait sous le nom de *tireuses de lacs*, étaient obligées de conserver, pendant des journées entières, des attitudes forcées qui déformaient leurs membres et abrégeaient leur vie. A cet appareil imparfait et compliqué, M. Jacquart a substitué une machine simple, au moyen de laquelle on exécute les tissus façonnés, sans avoir besoin du ministère des tireuses de lacs, et avec autant de facilité que si l'ouvrier fabriquait une toile unie. On doit ainsi à cet artiste ingénieux d'avoir, en perfectionnant les moyens d'exécution, affranchi la population ouvrière d'un travail dont les suites étaient si déplorables.

La fabrique de Lyon est dans un état florissant ; il s'est fait, dans son système de travail, un changement qui a eu des suites très-heureuses. Sans renoncer à la fabrication des étoffes riches, brochées et façonnées, qui ont rendu cette ville si célèbre dans le monde commerçant, le génie sans cesse actif des Lyonnais a su créer des genres nouveaux pour se conformer aux desirs et aux moyens de toutes les classes de consommateurs : ce sont des étoffes dites de goût et de fantaisie. On a mêlé le coton et d'autres matières à la soie ; on a fait un usage heureux des ressources que présentait une ville aussi industrieuse, pour embellir ces étoffes de tous les agrémens du tissage, du dessin et de la couleur. Ces nouvelles combinaisons ont si bien réussi auprès des consommateurs, que la fabrication de ce nouveau genre d'étoffes occupe plus de la moitié des ouvriers de Lyon, et qu'il a fallu associer les

campagnes, dans un rayon de plus de deux myriamètres, à cette branche de la prospérité lyonnaise.

Cette importante industrie n'aurait pu prendre naissance sous le régime des anciens réglemens ; elle suppose des combinaisons de matières que ces réglemens prohibaient, et une distribution de travail que les corporations dites *jurandes* n'auraient pas permise.

La fabrique de soieries de la ville de Nîmes se montre tout-à-fait digne de sa grande réputation ; elle a su y ajouter par des perfectionnemens nouveaux. Indépendamment des tissus en soie, ou mélangés de soie, de coton et de laine, qu'elle établit avec une grande perfection, elle a produit une étoffe nouvelle qui a beaucoup de succès ; elle est fabriquée sur le métier à bas, et porte le nom de *tricot peluché ;* elle est très-recherchée dans le commerce.

La ville de Tours fabrique toujours des étoffes de soie pour meubles ; ces étoffes sont estimées ; il y règne un bon goût de dessin.

C'est avec peine que le jury a remarqué que la ville d'Avignon n'a envoyé à l'exposition aucun des produits de ses fabriques de soierie : il sait qu'elles peuvent rivaliser avec les autres pour la perfection du travail ; il lui eût été agréable d'être dans le cas d'exprimer son opinion sur le mérite de leurs productions.

Crêpes et Tulles.

A l'époque de l'exposition qui eut lieu en l'an x (1802), on ne fabriquait encore en France que du

tulle à mailles coulantes. M. Bonnard, de Lyon, exposa, en 1806, des *tulles à double nœud, à mailles fixes*, fabriqués sur un métier que lui-même avait imaginé en perfectionnant le mécanisme du métier à faire le tricot à mailles fixes.

On a été long-temps sans pouvoir égaler les tulles fabriqués à l'étranger, parce que le métier dont on vient de parler n'était pas connu, et parce qu'on n'avait pas de la soie de Chine convenable sous le rapport de la blancheur, de la finesse et de l'égalité du brin. On doit au même artiste d'avoir surmonté cette seconde difficulté, en perfectionnant la filature de la soie sina. Pour être employée à la fabrication du tulle, cette soie n'a besoin que d'être montée; M. Bonnard est parvenu à lui donner cet apprêt par la même opération qui la tire du cocon. On a déjà eu occasion de dire jusqu'à quel degré de finesse il est parvenu à la filer. Ses travaux ont eu tout le succès qu'on pouvait desirer; la fabrication du tulle est actuellement établie à Lyon avec une grande supériorité. « La ville de Lyon et ses environs, dit le » jury départemental, qui réunissent plus de deux mille » métiers de tulle en activité, sont devenus le lieu pres- » que exclusif de la fabrication de ce tissu, soit pour la » perfection du travail, soit pour la modicité du prix. » C'est pour avoir rendu ces services, que M. Bonnard a été présenté, en vertu de l'Ordonnance du 9 avril 1819, comme l'un des artistes qui ont le plus contribué aux progrès de l'industrie.

La fabrication du crêpe a été long-temps la propriété exclusive de l'Italie, et spécialement de la ville de Bologne. Deux fabricans de Lyon, MM. Bance et Rast-

Maupas l'ont donnée à la France, en la perfectionnant au point que les crêpes de Lyon obtiennent aujourd'hui, dans le commerce, une préférence décidée.

Premier Mémoire *sur la Zircone.*

Par M. Chevreul.

Le zircon qui a servi aux expériences de l'auteur venait de Ceylan. L'acide hydrochlorique mêlé d'acide nitrique en a séparé beaucoup de peroxide de fer et une trace d'oxide de titane; mais celui-ci n'est point essentiel à la composition du zircon.

(*a*) Une partie de zircon qui avait été préalablement traité par l'eau régale a été complètement attaquée par 2 parties de potasse à l'alcool, avec lesquelles elle a été exposée à une température rouge cerise dans un creuset d'argent; l'eau a enlevé à la masse qui avait été chauffée beaucoup de potasse retenant des traces de silice et de zircone.

(*b*) La matière indissoute par l'eau était un composé de silice, de zircone et de potasse, que l'on peut considérer comme une sorte de sel double; ce composé a les propriétés suivantes :

(*c*) Il est du plus beau blanc; il reste très-long-temps en suspension dans l'eau distillée. Il se précipite, au contraire, très-promptement de l'eau de potasse dans laquelle on l'a agité : cela prouve que l'eau pure a une action sur lui que n'a pas l'eau alcalisée; il n'est pas

impossible que cela dépende d'une attraction que l'eau pure exerce sur la potasse qu'il contient : dans cette manière de voir, on conçoit pourquoi l'eau, qui est déjà uni à cette base, n'a plus d'action sur le composé.

(*d*) Il est soluble en totalité dans l'acide hydrochlorique faible ; en faisant évaporer, la silice se précipite, et il reste dans la liqueur du chlorure de potassium, de l'hydrochlorate de zircone tenant un peu d'hydrochlorate de fer ; l'ammoniaque précipite ces deux bases.

(*e*) Faisons connaître le procédé que M. Chevreul a suivi pour obtenir la zircone isolée du fer, résultat auquel on n'était point arrivé avant lui. Il a fondu de la zircone qui tenait du fer, avec de la potasse dans un creuset d'argent ; il a épuisé la masse de tout ce qu'elle contenait de soluble dans l'eau. Il est resté un zirconate de potasse mêlé d'oxides de fer, de cuivre et d'argent (les deux derniers provenaient du creuset). Il a versé sur ce zirconate de l'acide hydrochlorique concentré ; il y a eu un dégagement de chaleur, de vapeur d'eau et de gaz hydrochlorique. La matière, à l'état de pâte molle, a été mise dans un cylindre de verre d'un pouce de diamètre et de cinq pouces de haut, dont un bout avait été effilé à la lampe ; il a fait passer ensuite de l'acide hydrochlorique concentré sur la matière, jusqu'à ce que cet acide n'ait plus enlevé à la matière contenue dans le cylindre que de l'hydrochlorate de zircone et du chlorure de potassium. Ce que l'on reconnaît : 1° à ce que le lavage mêlé à l'eau ne précipite point de chlorure d'argent ; 2° à ce qu'il ne se colore point par l'acide hydrosulfurique ; 3° à ce que l'hydrosulfate d'ammoniaque y fait un précipité parfaitement blanc. M. Chevreul a pris la

masse lavée à l'acide hydrochlorique ; il l'a délayée dans l'eau, a filtré, et a précipité la zircone pure par l'ammoniaque ; il a obtenu un hydrate qu'il a calciné dans une capsule de verre. On voit que ce procédé est principalement fondé sur ce qu'une quantité d'acide hydrochlorique concentré, insuffisante pour dissoudre une certaine quantité d'hydrochlorate de zircone, suffit au contraire pour dissoudre les hydrochlorates de fer et de cuivre qui sont mêlés à ce dernier.

M. Chevreul soumet ensuite la zircone et le peroxide de titane à un examen comparatif.

La zircone hydratée desséchée à l'air est soluble dans l'acide hydrochlorique ; cette combinaison cristallise en petites aiguilles satinées du plus beau blanc. On peut chasser l'excès d'acide de l'hydrochlorate par l'évaporation à siccité ; en reprenant le résidu par l'eau, il ne se sépare que très-peu de zircone, surtout si la solution qu'on a évaporée était concentrée : au reste, en remettant de l'acide hydrochlorique sur le résidu, on finit par le redissoudre en totalité, si l'évaporation n'a pas été poussée trop loin. L'hydrochlorate de titane est coloré en jaune lorsqu'on fait évaporer sa dissolution concentrée à siccité ; il y en a une plus grande quantité de décomposée que quand on évapore l'hydrochlorate de zircone ; et lorsqu'on ajoute de l'acide sur le résidu, on ne parvient pas à le redissoudre ; mais ce qui le distingue surtout du précédent, c'est qu'en étendant de trois volumes d'eau un volume d'une solution de chaque hydrochlorate, on observe, en exposant les deux liqueurs à l'action de la chaleur, que celui de titane laisse précipiter beaucoup d'oxide ou de sous-hydrochlorate

avant même de bouillir, tandis que celui de zircone peut être évaporé à siccité sans déposer aucune matière.

L'hydrochlorate de zircone étendu d'eau ne se décompose pas, même au bout de plusieurs mois; celui de titane, dans la même circonstance, devient laiteux; mais, quoi qu'on ait dit, cette décomposition n'arrive pas au moment même où on y ajoute de l'eau.

L'hydrochlorate de zircone précipite en jaune-isabelle par la noix de galle; si la solution est concentrée, le précipité gélatineux retient toute la liqueur entre ses particules : l'hydrochlorate de titane, comme on sait, présente ce dernier phénomène; mais le précipité est d'un rouge orangé très-vif.

L'hydrochlorate de zircone précipite en jaune-serin par un excès de prussiate de potasse; celui de titane précipite, au contraire, en rouge-brun. M. Chevreul a observé que les deux précipités étaient solubles dans un excès de prussiate de potasse, et que, dans certaines circonstances, le prussiate de zircone était presque incolore, et qu'il devenait jaune par un excès de prussiate, quoique celui-ci n'opérât cependant aucun précipité dans la liqueur qui avait donné le précipité blanc. La couleur jaune du prussiate de zircone explique comment Klaproth a cru reconnaître le nickel dans le zircon, parce qu'il obtint un précipité vert en mêlant avec le prussiate de potasse une dissolution de zircone qui contenait un peu de fer.

L'hydrochlorate de zircone ne devient pas violet quand on y met un peu de zinc, ainsi que cela arrive à l'hydrochlorate de titane.

Les deux hydrochlorates ont une saveur excessivement

astringente, tous deux précipitent la gélatine ; cela prouve qu'ils ont beaucoup plus d'affinité pour les matières animales que les sels d'yttria, de glucine et d'alumine, dont la saveur est sucrée et seulement légèrement astringente.

Les deux hydrochlorates sont décomposés complètement par une chaleur rouge ; ils perdent leur acide, et leur base reste à l'état de pureté ; la zircone est parfaitement blanche, le peroxide de titane est d'un gris jaunâtre.

Enfin, les hydrates de titane et de zircone chauffés dans une petite capsule de verre au-dessus de la flamme d'une lampe à alcool, noircissent, puis deviennent incandescens, comme s'ils éprouvaient une combustion. La zircone est demi-vitrifiée, et du plus beau blanc quand elle est exempte de fer ; quand elle en contient, elle est verdâtre. L'oxide de titane est d'un gris jaune.

M. Chevreul fera connaître, dans un second Mémoire, la proportion des élémens du silicate et du zirconate de potasse, celle des élémens du zirconate de potasse. Il déterminera la composition de plusieurs sels de zircone, et recherchera si la couleur du prussiate de zircone ne serait pas due à une substance étrangère à la zircone, peut-être à des traces de peroxide de titane.

(*Bulletin de la Société philomatique.*)

Sur *le Perfectionnement de la Théorie et des Tables lunaires.*

Par M. de Laplace.

(Lu au Bureau des Longitudes le 29 mars 1820).

L'Académie des Sciences, en proposant pour sujet de prix, la formation de tables lunaires uniquement fondées sur la théorie de la pesanteur universelle, a eu pour objet de faire disparaître la seule exception que présentait, à cet égard, l'ensemble des tables des mouvemens célestes. Déjà, par les travaux des géomètres, la théorie lunaire se rapprochait beaucoup des observations; et, dans le septième livre de la *Mécanique céleste*, j'étais parvenu à réduire à $8'',5$ la plus grande différence entre les coefficiens des inégalités de mon analyse et ceux des tables de M. Burg. Il était donc naturel de penser qu'au moyen d'approximations portées plus loin, la théorie représenterait les observations dans les limites des erreurs dont elles sont susceptibles. Les deux pièces que l'Académie vient de couronner, remplissent cette condition. Elles sont, l'une et l'autre, le résultat d'un immense travail; et leur comparaison avec nos tables lunaires ne laisse aucun lieu de douter que les formules qu'elles contiennent, réduites en tables, satisferaient aux observations. C'est ce que l'auteur de la première pièce, M. Damoiseau, a prouvé directement, en formant, d'après sa théorie, de nouvelles tables qui, comparées à soixante observations de Bradley, et à soixante observations faites depuis 1802, n'ont donné que de

légères erreurs du même ordre que celles des tables de MM. Burg et Burkardt. On peut donc croire qu'en améliorant encore, par la discussion d'un très-grand nombre d'observations, les élémens arbitraires de la théorie; l'auteur donnerait à ses tables toute l'exactitude que l'on peut desirer. Eclairés par la théorie, sur la forme des argumens des inégalités lunaires, les astronomes ont pu construire de bonnes tables par les observations, et par ce moyen, éluder les difficultés des intégrations et des approximations que cette théorie présente. Mais il était intéressant de vaincre ces difficultés, et d'arriver directement au but que l'on se proposait d'atteindre.

Les auteurs des deux pièces sont partis des équations différentielles du problème des trois corps, dans lesquelles la différentielle du mouvement vrai de la lune, rapporté à l'écliptique, est supposée constante; et ils ont déterminé la longitude moyenne de cet astre, sa latitude et sa parallaxe, en séries de sinus et de cosinus d'angles croissans proportionnellement à son mouvement vrai. Cette méthode, dont j'ai fait usage dans le septième livre de la *Mécanique céleste*, me paraît devoir donner les approximations les plus convergentes. En effet, les forces perturbatrices se présentent sous cette forme, ou du moins elles y sont facilement réductibles : pour les réduire à une autre forme, par exemple, à des séries de sinus et de cosinus d'angles croissant proportionnellement au temps, il faudrait, à cause des inégalités considérables du mouvement lunaire, provenant soit de sa partie elliptique, soit des perturbations, porter fort loin les approximations; ce qui compliquerait l'analyse, et rendrait les approximations moins convergentes. On a

essayé d'autres formes de séries, et il est facile d'en imaginer un grand nombre; mais aucune ne paraît plus propre à obtenir les coefficiens des inégalités lunaires. Cependant quelques inégalités fort petites, dont l'argument croît avec une grande lenteur, peuvent être mieux déterminées par d'autres méthodes. Dans la précédente, ces inégalités acquièrent pour diviseurs, en vertu des intégrations réitérées, les carrés des coefficiens très-petits de la longitude vraie de leurs argumens. Dans le résultat final, ces diviseurs carrés disparaissent et se réduisent à la première puissance; en sorte que ce résultat étant la différence de quantités très-grandes par rapport à lui, devient inexact, si l'on n'a pas l'attention de conserver dans la suite des calculs, toutes les quantités de son ordre. On a vu, dans le Mémoire précédent sur les inégalités lunaires dues à l'aplatissement de la terre, que plusieurs géomètres, pour avoir négligé cette attention, n'avaient pas bien déterminé l'inégalité dépendante de la longitude du nœud de l'orbe lunaire. C'est pour éviter cet inconvénient, que j'ai cherché cette inégalité par une autre méthode dans le chapitre II du 7me livre de la *Mécanique céleste*. L'uniformité de la méthode donne sans doute de l'élégance à l'analyse. Mais quand on se propose de rapprocher le plus qu'il est possible l'analyse, des observations, ce qui doit être le but de la théorie lunaire, il faut varier les méthodes suivant la nature des inégalités. C'est dans le choix de ces méthodes, et dans la prévoyance des quantités qui peuvent devenir sensibles par les intégrations successives, que consiste l'art des approximations, art non moins utile aux progrès des sciences, que la recherche des méthodes

analytiques. La méthode qui me semble préférable donne la longitude moyenne de la lune, en fonction de la longitude vraie; et pour la formation des tables, il est nécessaire d'en réduire la longitude vraie en fonction de la longitude moyenne. Mais cette réduction peut s'exécuter facilement avec toute la précision desirable, et avec la certitude que les termes négligés sont insensibles.

Ayant reconnu par la théorie, la cause des inégalités séculaires du mouvement de la lune; j'ai mis un grand intérêt à la vérification de mes résultats, surtout de celui qui est relatif au mouvement du périgée, à raison de sa grandeur. Les deux pièces ont confirmé ces résultats. La forme des expressions analytiques de la première étant la même que j'ai adoptée dans le septième livre de la *Mécanique céleste*, j'ai pu comparer ces expressions aux miennes. Je les ai trouvées concordantes dans les degrés d'approximation qui leur sont communs; mais l'auteur de la pièce ayant porté plus loin ces approximations, les nouveaux termes introduits par elles ont produit des différences peu considérables à l'égard des équations séculaires du moyen mouvement et du périgée; mais un peu sensibles à l'égard du mouvement des nœuds. Le tableau suivant offre les coefficiens numériques par lesquels on doit, pour avoir les équations séculaires, multiplier l'intégrale du produit de la différentielle du temps par l'excès du carré de l'excentricité de l'orbe terrestre, sur ce même carré à une époque arbitraire origine du temps, et que je fixerai au commencement de 1801.

	1re pièce.	Mécanique céleste.	2e pièce.
Equation séculaire de la longitude vraie.....	0,0086457	0,0083660	0,00760102;
Equation séculaire du périgée.....	—0,0229890	—0,0251023	—0,0311110;
Equation séculaire du nœud.....	0,0051936	0,0061528	0,0053877.

Les résultats de la première pièce, vérifiés de nouveau par l'auteur, à ma prière, me paraissent dignes de confiance. Les auteurs de la seconde pièce, MM. Plana et Carlini, n'ont point eu égard dans l'expression de l'inégalité séculaire du moyen mouvement, aux termes dépendans du carré de l'excentricité de l'orbe lunaire, et qui, rendus sensibles par les petits diviseurs qu'ils acquièrent dans la suite des intégrations, produisent la différence des résultats des deux pièces. Quant à l'inégalité séculaire du périgée, la différence me paraît tenir à la nature des approximations dont les auteurs de ces pièces ont fait usage. L'auteur de la première a suivi la marche que j'ai adoptée dans la *Mécanique céleste* : seulement il a porté plus loin les approximations. Les auteurs de la seconde pièce ont réduit leurs expressions en séries ordonnées par rapport aux puissances ascendantes du rapport du mouvement du soleil à celui de la lune, rapport moindre qu'un douzième. L'analyse ne présente point ces expressions sous cette forme : elle conduit à des équations dans lesquelles les quantités cherchées sont entre-mêlées et affectées de divers diviseurs. Pour les réduire à la forme de séries, il faut éliminer ces quantités, et réduire ensuite en séries les diviseurs des divers termes de leurs expressions. On conçoit

que cela doit conduire à des séries peu convergentes et qu'il faut beaucoup prolonger pour obtenir le même degré de précision que donne la méthode employée dans la *Mécanique céleste*. Cependant cette cause d'erreur, qui me semble avoir influé sensiblement sur la valeur de l'inégalité séculaire du périgée donnée dans la seconde pièce, ne produit aucun effet sensible sur les inégalités périodiques. A leur égard, les deux pièces sont à très-peu près d'accord entre elles et avec nos meilleures tables; ce qui prouve les soins que les auteurs de la seconde pièce ont mis à porter leurs approximations aussi loin qu'il était nécessaire, et à vérifier des calculs aussi compliqués; il est donc vraisemblable que les tables fondées sur leurs résultats représenteraient les observations aussi-bien que les tables de la première pièce. Mais il suit incontestablement de ces deux pièces, que la loi de la pesanteur universelle est la seule cause des inégalités bien connues de la lune, et que l'on peut fonder uniquement sur cette loi, des tables lunaires aussi exactes que nos meilleures tables.

Les auteurs de la seconde pièce trouvent dans le moyen mouvement lunaire, une inégalité séculaire égale au produit de $-0'',1398$ par le cube du nombre des siècles écoulés depuis 1801. Cette inégalité qui augmenterait d'environ $37'$ la longitude de la lune au moment de ses éclipses dans les années 719 et 720 avant notre ère, dépend, suivant eux, du déplacement de l'écliptique vraie sur une écliptique fixe, par exemple, sur celle de 1801. Mais ils n'ont point eu égard au déplacement séculaire de l'orbe lunaire sur la même écliptique; ce qui aurait détruit leur résultat; car j'ai fait

voir que la partie de l'équation séculaire relative aux inclinaisons ne dépend que de l'inclinaison de l'orbe lunaire sur l'écliptique vraie, et que la rapidité du mouvement des nœuds de la lune rend insensible la variation séculaire de cette inclinaison.

Si les auteurs de la seconde pièce eussent, comme celui de la première, donné à leurs expressions analytiques la forme que j'ai adoptée dans la *Mécanique céleste;* la comparaison de ces expressions en eût rendu la vérification très-facile, et l'on aurait pu vérifier semblablement les calculs numériques. On parviendrait ainsi à donner à la théorie lunaire et aux tables, toute la certitude et la précision desirables. J'invite donc les géomètres et les astronomes qui s'occupent de cette théorie, à suivre la méthode que je viens d'indiquer, et à comparer leurs calculs à ceux de la première pièce, lorsqu'elle sera publiée. L'importance de l'objet est un puissant motif pour les y déterminer. J'ai fait cette comparaison relativement à l'inégalité lunaire dépendante de la distance vraie de la lune au soleil. Cette inégalité, que l'on nomme *parallactique,* parce qu'elle dépend de la parallaxe du soleil, s'élève à plus de deux minutes : elle est, par sa grandeur, très-propre à déterminer cette parallaxe. J'ai donc mis, dans ma théorie de la lune, un soin particulier à la bien calculer ; mais, en comparant mon expression analytique à celle de la première pièce, j'ai trouvé entre elles une légère différence provenant de quelques petits termes que j'avais négligés, que l'auteur de la pièce a considérés, et dont j'ai reconnu l'exactitude. Il a revu de nouveau tous ses calculs analytiques et numériques sur cet objet, et il a

trouvé qu'en supposant la parallaxe du soleil, un quatre centième de celle de la lune, l'inégalité dont il s'agit, est 121″,15 : je l'avais trouvée, dans la même hypothèse, de 122″,01, et, suivant les auteurs de la seconde pièce, elle serait 122″,90. Elle est de 122″,378, suivant les tables de M. Burg, et 122″,97, suivant les tables de M. Burckhardt; ce qui donne respectivement :

$$8'',6303\ ;\ 8'',6721,$$

pour la parallaxe moyenne du soleil, sur le parallèle dont le rayon terrestre est celui d'une sphère de même masse que la terre, et de la même densité que sa densité moyenne. Le milieu 8″,65 me paraît être la valeur la plus probable de la parallaxe solaire (1).

Les auteurs des deux pièces ont considéré les inégalités à longues périodes, que j'ai indiquées dans le septième livre de la *Mécanique céleste;* mais, à cet égard, leur analyse est incomplète. Les hautes montagnes de l'Asie et son plateau élevé peuvent avoir, sur l'inégalité qui dépend de la différence des deux hémisphères terrestres, une influence qu'il est intéressant d'apprécier. Je donnerai, dans un autre Mémoire, le résultat des calculs que j'ai déjà commencés, sur cet objet, lorsqu'ils seront terminés (2). La petite altération que les astronomes

---

(1) Après une discussion approfondie de la totalité des observations du passage de Vénus sur le soleil, M. Ferrer avait adopté pour la parallaxe solaire la valeur 8″,61. (R.)

(2) Je viens de finir ces calculs, qui paraîtront dans la *Connaissance des Temps* de 1823 actuellement sous presse,

ont cru remarquer dans le moyen mouvement de la lune, est le seul point de sa théorie qui reste à éclaircir. Les observations futures, en constatant son existence, fixeront sa valeur. Heureusement, dans l'intervalle d'un demi-siècle, cette inégalité peut se confondre avec le moyen mouvement. Ainsi, tant qu'elle ne sera pas bien connue, il suffira aux besoins de la navigation, de rectifier, de demi-siècle en demi-siècle, le moyen mouvement lunaire. Mais quand son existence sera certaine, la science aura besoin d'en connaître la cause. Les mouvemens des planètes et des satellites sont-ils sensiblement altérés par l'attraction des comètes, et par le choc de petits corps semblables aux aérolithes que nous voyons tomber sur la terre, et qui paraissent venir des profondeurs de l'espace céleste? C'est ce que l'imperfection des observations anciennes ne permet pas de décider; mais un siècle au plus d'observations précises éclaircira ce point important du système du monde.

---

et desquels il résulte que la différence des deux hémisphères terrestres ne produit aucune inégalité sensible dans le mouvement lunaire.

Observations *sur la Combinaison de l'essence de citron avec l'acide muriatique, et sur quelques substances huileuses.*

Par M. Théodore de Saussure.

§ 1. Les huiles volatiles ont une composition trop sujette à varier par des circonstances accidentelles pour que je puisse assigner avec précision les caractères essentiels à chacune de ces substances. On sait qu'elles varient suivant le mode de leur extraction, leur exposition à l'air, la culture des végétaux d'où elles proviennent, et enfin suivant le climat. La lavande, la sauge, la marjolaine qui croissent en Murcie, fournissent des essences beaucoup plus chargées d'un composé cristallisable analogue au camphre, que celles de nos contrées. Ce que nous disons ici du camphre doit s'appliquer à d'autres matières volatiles que ces huiles tiennent en dissolution, et que nous ne pouvons pas séparer exactement.

On ne saurait donc s'attendre à une grande conformité entre les analyses que différens chimistes pourront faire de ces essences, aussi long-temps qu'ils n'isoleront pas leurs matériaux immédiats.

Une combustion plus ou moins modifiée est un procédé, quant à présent, nécessaire pour la détermination des élémens des composés organiques. Il donne pour les huiles volatiles des résultats moins exacts que pour les huiles fixes, parce que les premières, soumises à la combustion, échappent en partie à la décomposition par leur volatilité; elles présentent aussi plus d'incertitude

que des composés qui les surpassent en volatilité, parce qu'elles ne se volatilisent pas assez à la température atmosphérique pour qu'on puisse peser et brûler, ou faire détonner instantanément leur vapeur, comme celle du naphte et de l'éther sulfurique.

Ces sources d'erreur m'engagent à ne considérer mon travail que comme un premier pas destiné à connaître les résultats de la combustion des huiles essentielles dans un état adapté aux caractères que j'ai déterminés.

On ne peut d'ailleurs se dissimuler que ces résultats donnent seulement les quantités de gaz oxigène consumé, et de gaz acide carbonique produit par le combustible; et que les conséquences qu'on en tire pour sa composition sont jusqu'à un certain point hypothétiques, et ne seront prouvées que lorsque nous pourrons analyser le liquide aqueux qu'elles forment dans cette opération. Comme les résultats des combustions faites au moyen du chlorate de potasse, soit par MM. Gay-Lussac et Thenard (1), soit par M. Berzelius (2), sont très-voisins de ceux que j'ai obtenus dans le gaz oxigène pur (3), surtout pour la proportion du carbone qui est dans les composés organiques dont je m'occupe ici, l'élément le plus rebelle à la combustion, on doit croire qu'avec les précautions que j'ai employées, ce dernier procédé n'est pas inférieur au premier.

Pour brûler les huiles essentielles, j'en ai trituré un gramme, pendant une ou deux minutes, avec 60 gram-

---

(1) *Memoires physico-chimiques*, tome II.

(2) *Annales de Chimie*, tome XCII.

(3) *Biblioth. britan.*, Sciences et Arts, tome LVI.

mes de sable siliceux très-fin, et récemment desséché par l'incandescence; j'ai séparé 2 grammes et demi de ce mélange, pour les exposer à l'ignition dans un tube de verre qui contenait 250 centim. c. de gaz oxigène. Ce procédé est à-peu-près conforme à celui qui a été décrit *Bibl. brit.* vol. 56, et auquel j'ai fait d'ailleurs quelques changemens.

La quantité d'huile contenue dans le sable après la trituration a été connue dès-lors avec plus de précision en déterminant la perte de poids que les $58\frac{1}{2}$ grammes du mélange superflu pour la combustion subissaient par une longue incandescence.

Ces résultats ont indiqué le rapport du gaz oxigène consumé au gaz acide produit dans la combustion des essences; mais je n'en ai pu déduire que par approximation les poids absolus de leurs élémens, lorsqu'elles avaient une grande volatilité, parce qu'elles échappaient en petite quantité à la combustion.

J'ai déterminé alors la quantité absolue de leur carbone, en les distillant sous le poids d'environ 20 grammes, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge. Ce produit est, quant à la proportion, le résultat le plus sûr de cette opération, lorsqu'elle est conduite avec assez de lenteur pour qu'on n'en obtienne point d'huile liquide; et il se trouve très-approché de celui que fournissent d'autres procédés qui pourraient paraître beaucoup plus exacts. Ce charbon, réduit par le calcul en gaz acide carbonique, a donné, au moyen du rapport trouvé précédemment entre le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit, les quantités absolues de l'oxigène et de l'hydrogène.

L'opération du tube rouge a l'avantage d'indiquer, par l'analyse du gaz inflammable qui s'y forme, la présence ou l'absence d'une très-petite quantité d'oxigène dans l'essence, plus sûrement que par une combustion quelconque de l'essence elle-même, parce que cet oxigène se trouve en plus grande proportion dans le gaz inflammable que dans l'huile analysée.

Les données qui servent de base au calcul de mes analyses sont les déterminations de MM. Biot et Arago sur les densités des gaz, le poids du décimètre cube d'air atmosphérique étant 1,293 gramm. Lorsque leurs volumes sont donnés sans indication ultérieure, ils sont réduits à 0° du therm., à 0,76 mèt. du barom. et à la sécheresse extrême. J'ai admis que 100 d'eau contiennent en poids 88,3 d'oxigène et 11,7 d'hydrogène (1). Le mot *atome* se rapporte aux nombres donnés par les équivalens chimiques de M. Wollaston, en faisant l'oxigène = 1.

§ 2. *De l'Essence de citron.*

Cette huile a été extraite, par la râpure et l'expression, des écorces de citron (2). Sa densité était alors 0,8517.

---

(1) Ces analyses, que je me proposais de multiplier, sont faites depuis plusieurs années, et elles n'ont pas été corrigées pour la nouvelle densité que MM. Berzelius et Dulong ont trouvée au gaz hydrogène, et qui ne sera probablement pas la dernière. Au moyen des produits fondamentaux de chaque combustion, mes résultats analytiques seront facilement modifiés suivant les changemens qu'on introduira dans le poids du gaz.

(2) M. Lichtenstein, qui fait à Montpellier le commerce

Je l'ai soumise à une distillation qui en a extrait les six dixièmes. L'huile distillée que j'ai analysée est sans couleur; sa densité est 0,847 à 22° centig.; sa force élastique à 15° du therm. équivaut à 9 millimètres de mercure.

Cette huile absorbe huit fois et demie son volume de gaz ammoniaque à 16° du therm. Elle se dissout en toute proportion dans l'alcool absolu; mais 100 d'alcool (densité 0,837) n'en ont pu dissoudre que quatorze parties, à la température précédente.

Décomposition de l'essence de citron par un tube de porcelaine chauffé au rouge. J'ai fait distiller pendant sept heures, dans un tube incandescent, attenant à un long tube de verre entouré d'eau froide, à un petit ballon, et à la cuve pneumatique, 21,18 grammes d'essence; j'en ai obtenu :

10,08	grammes	de charbon.
6,395	———	de gaz inflammable.
1,7	———	de goudron (1).
18,175		

---

des huiles essentielles avec le succès dû à un mérite distingué, m'a donné cette essence et plusieurs autres, pour les analyser.

(1) Je désigne sous ce nom une huile noire, empyreumatique, concrète, qui enduit comme un vernis le tube entouré d'eau froide et le ballon. Ce produit est mêlé avec de l'huile volatile, cristallisée en lames brillantes, minces, transparentes, et qui se trouve dans toutes les décompositions de ce genre. Je n'ai pas analysé ces cristaux, parce qu'ils ont échappé par leur volatilité à une combustion lente, et qu'ils ont rompu par une inflammation brusque les tubes

Ces produits indiquent une perte de 3 grammes d'huile, entraînée par le gaz dans l'eau de la cuve pneumatique.

Le décimètre cube du gaz inflammable pesait, vingt-quatre heures après son extraction, 0,42176 gramme. 100 en volume consumaient 126 de gaz oxigène, en produisant 54,1 de gaz acide carbonique. Le gaz inflammable était donc formé en poids, de 68,985 de carbone et de 32,27 d'hydrogène. Il ne contenait point d'oxigène qui ne paraît pas exister par conséquent dans l'essence de citron. En assimilant à celle-ci, soit l'huile perdue dans la distillation, soit l'huile empyreumatique, on trouve que j'ai décomposé en charbon et en gaz, 16,475 gramm. d'essence, et que 100 de cette dernière contiennent en poids, par approximation, 87,97 de carbone.

---

de verre où ils étaient enfermés. Ils pourraient, suivant l'opinion que M. Berzelius m'a suggérée, être identiques au produit nacré très-remarquable que M. Bérard a obtenu en faisant passer dans un tube rouge un mélange des gaz oléfiant, hydrogène et acide carbonique. J'ai trouvé ces cristaux déposés à la surface intérieure d'un grand ballon de verre fermé par un robinet qui contenait, depuis plusieurs années, le gaz inflammable retiré de l'essence de lavande par un tube rouge. Le gaz n'avait été introduit pour sa pesée dans le ballon, que vingt-quatre heures après sa formation, et il paraissait entièrement dépourvu de vapeur au moment de cette introduction. Aussi j'ai observé souvent que pour que l'analyse eudiométrique de ces sortes de gaz se rapporte à leur poids, on doit les brûler immédiatement après leur pesée, parce qu'avec des délais ils donnent des proportions de carbone successivement décroissantes.

Combustion de l'essence de citron. En brûlant 35,808 milligrammes d'essence dans un tube de verre qui contenait 250 centim. c. de gaz oxigène, j'ai trouvé que le rapport en volume du gaz oxigène consumé au gaz acide produit était 100 : 71,28, et qu'il se formait de l'ammoniaque, qui représentait 0,2 centim. c. de gaz azote, dans le poids d'essence ci-dessus désigné. Il suit de ce rapport, et de l'absence de l'oxigène dans l'essence de citron, que 100 en poids de cette dernière contiennent :

Carbone,	86,899 ;
Hydrogène,	12,326 ;
Azote,	0,775.
	100.

Un gramme d'essence consume donc 2266,8 centim. c. d'oxigène, en produisant 1615,8 d'acide carbonique, et une petite dose d'azote.

Pour admettre que l'essence de citron et celle de térébenthine soient des hydrogènes carburés, il faudrait prouver que l'azote, que ces huiles contiennent peut-être en plus grande proportion que la combustion ne l'indique, ne leur est pas essentiel.

§ 3. *Combinaison de l'essence de citron avec l'acide muriatique.*

J'ai introduit cette essence rectifiée dans du gaz acide muriatique, sur la cuve pneumatique à mercure. L'huile s'est échauffée, a jauni, et s'est saturée en absorbant pendant trente heures 286 fois son volume de gaz à 20° centig. et à 0,724 mèt. du barom. Le volume du li-

quide s'est augmenté d'un sixième, et son poids a dû s'accroître dans le rapport de 100 : 149. Le mélange a présenté, à la température précédente, et seulement après la saturation, une pâte formée de cristaux lamelleux, nacrés, blancs, et d'huile liquide, jaune, fumante à l'air. 100 en poids d'essence rectifiée ont fourni ainsi $44\frac{1}{2}$ de cristaux purs, séparés du liquide huileux par de fortes expressions dans du papier, à la température de 12°; car ils se dissolvaient entièrement dans ce liquide, entre 25° et 30°, et je ne serais pas surpris que le poids des cristaux ne pût être doublé, lorsque la séparation se ferait à 0°.

Pour obtenir ce sel en plus grande quantité, j'ai saturé 100 d'essence dans l'appareil de Woulfe, en lui adaptant une cornue qui contenait un mélange de 100 de muriate de soude avec 50 d'acide sulfurique, et en renouvelant le mélange six fois, ou en conduisant l'opération de manière à dégager le gaz, au moins pendant trente heures. Comme la formation du sel dépend beaucoup du temps pendant lequel l'essence reste en contact avec l'acide muriatique, il est inutile d'accélérer la formation de ce dernier. Il ne conviendrait pas de refroidir les flacons de Woulfe au-dessous de 15°, parce que la concrétion prématurée de quelques parties du liquide empêcherait la saturation des autres. 100 d'essence rectifiée m'ont fourni 142 d'essence muriatée; mais le dernier terme de saturation est moins exactement déterminé par ce procédé que par le premier; d'ailleurs une partie de l'acide du composé liquide n'y est retenue que par une affinité subordonnée à la température et à la pression.

On obtient plus de sel cristallisé d'une partie d'essence rectifiée que de deux parties d'essence non rectifiée (1) : cette dernière se colore beaucoup plus, et ne commence à se figer qu'à 10 deg. cent. après sa saturation ; elle donne des produits que je n'ai pas examinés, et qui n'appartiennent pas à l'essence rectifiée, savoir : une substance noire très-épaisse, une matière jaune, qui paraît, à sa belle couleur, être la partie colorante du citron, et enfin, quelques gouttes d'un liquide brun et pesant, immiscible aux substances précédentes.

Comme il s'en faut beaucoup que l'essence rectifiée ne puisse, dans les différens degrés de sa combinaison avec l'acide muriatique, se changer en totalité en sel concret, et que celui-ci ne se convertit pas en huile muriatée liquide, par une sursaturation d'acide, il paraît que ce n'est qu'une partie de l'essence, et non pas l'essence elle-même telle que nous la connaissons, qui se combine avec l'acide dans le sel cristallisé. Je désignerai ce dernier sous le nom de *muriate citré*.

Il cristallise en prismes droits quadrangulaires, qui sont souvent très-aplatis. Les cristaux lamelleux formés dans les opérations précédentes présentent au microscope cette dernière forme.

---

(1) Dans l'examen que M. Thenard a fait de la combinaison des acides avec les substances végétales et animales, il dit que 26 grammes d'essence de citron *non rectifiée* ont absorbé 22 grammes d'acide muriatique en se colorant en brun, et en se prenant en masse. (*Mémoires d'Arcueil*, vol. II, page 32.) Il n'a pas poussé plus loin ses observations sur cette combinaison.

Ils ont une odeur faible qui approche de celle du thym. L'huile muriatée liquide a une odeur aromatique très-forte, du même genre.

Ils sont plus pesans que l'eau.

Ils ne peuvent s'enflammer que lorsque leur support est fortement échauffé.

Ils ne se décomposent pas à la température atmosphérique, et n'y ont qu'une faible volatilité.

Ils se subliment cependant à cette température, en prismes quadrangulaires sur les parois des flacons où ils sont long-temps renfermés.

Ils entrent en fusion à 41° centig. La masse fondue cristallise toujours sous un aspect très-brillant, par le refroidissement.

Lorsqu'on soumet le muriate citré à une distillation brusque par une température supérieure à l'eau bouillante, et inférieure à l'ignition, il se fond, distille et cristallise sans subir de décomposition bien marquée : le sel distillé se trouve seulement humecté d'une légère trace d'huile; mais lorsqu'on fait la distillation à la chaleur douce et long-temps continuée, de 50° à 60°, le muriate citré commence à former, d'une part, une sublimation de grandes lames irisées, et finit par produire, d'autre part, une huile volatile, liquide, blanche, transparente, qui est imprégnée d'acide muriatique, et qui tient du muriate citré en dissolution.

On obtient une plus grande quantité de la même huile liquide, en soumettant à la distillation, à la température précédente, un mélange de muriate citré avec quatre ou cinq fois son poids de chaux vive; cette terre retient en partie l'acide muriatique; mais la décomposition n'est

qu'imparfaite. L'huile distillée, qui est sans couleur, se noircit lorsqu'on la sature de gaz acide muriatique, qu'elle n'absorbe qu'en petite quantité, et sans reproduire le muriate citré concret.

Ce sel est insoluble dans l'eau, et n'a pas de saveur.

L'alcool (densité 0,806) dissout à froid, ou à 14° centig. un sixième de son poids de muriate citré; l'eau l'en précipite en lames minces, irrégulières. L'évaporation spontanée et partielle de la solution alcoolique fournit le muriate citré, cristallisé en prismes quadrangulaires.

La potasse caustique en liqueur n'attaque pas à froid le muriate citré.

L'acide sulfurique concentré, mêlé avec ce sel, en dégage de l'acide muriatique, sans former d'acide sulfureux, et dissout lentement l'huile qui sert de base au muriate citré, en se colorant en jaune. Cette dissolution forme avec l'eau une émulsion qui se détruit par repos, en offrant à la surface du liquide une huile fétide, épaisse, d'un jaune verdâtre.

Le gaz acide muriatique n'a aucune action sur le muriate citré, qui ne l'absorbe point.

L'acide nitrique fumant (densité 1,39) n'attaque à froid que très-lentement ce sel en faisant une effervescence à peine sensible. Une partie de muriate citré a employé quinze jours pour se dissoudre en vase clos dans 42 parties d'acide nitrique densité (1,235). Le nitrate d'argent mêlé en excès avec cette dissolution, y a fait un abondant précipité de muriate d'argent; et quoique la précipitation ait paru d'abord être achevée, elle a continué à s'opérer pendant plusieurs jours, parce que le muriate citré, premièrement dissous, n'a pas été décom-

posé en même temps. En achevant cette précipitation à l'aide de la chaleur, de l'évaporation et de nouvelles additions d'acide, il s'est formé 1,087 partie de muriate d'argent qui pourrait indiquer, d'après les données de M. Berzelius, que 100 de muriate citré contiennent au moins 20,76 d'acide muriatique. Comme 100 parties d'essence de citron donnent entre 142 et 149 parties d'essence saturée d'acide, il paraît que le muriate citré concret contient moins d'acide que l'huile muriatée liquide qui ne peut pas cristalliser.

§ 4. *Comparaison des essences de citron et de térébenthine, et de leurs muriates.*

On sait que l'essence de térébenthine a fourni à M. Kind, par un procédé analogue à celui que j'ai suivi pour l'essence de citron, une matière confusément cristallisée, volatile, que son odeur camphrée a fait appeler *camphre artificiel.* L'analyse de M. Houtton-Labillardière (1) in-

(1) *Journal de Pharmacie*, t. IV. L'huile de térébenthine, comme celle de citron, donne, en se combinant avec l'acide muriatique, deux produits, l'un liquide et l'autre concret. M. Houtton-Labillardière a admis qu'ils ne différaient entre eux que parce que l'essence elle-même était combinée avec plus d'acide, dans le composé liquide que dans le composé concret. L'objection qui se présente contre ce résultat est qu'on ne peut, par aucun degré de saturation, convertir toute l'essence en sel concret, ni réduire par une sursaturation d'acide le sel concret en composé liquide, ainsi que M. Boullay l'avait déjà observé dans le rapport lu à la Société de Pharmacie, sur le camphre artificiel. (*Annales de Chimie*, t. LI.)

dique que cette substance, que je désignerai sous le nom de *muriate térébenthiné*, est une combinaison d'acide muriatique avec l'essence de térébenthine; et l'on devrait croire que ce muriate est identique au muriate citré, par les caractères qui rapprochent les deux essences, en exceptant cependant l'odeur qui peut dépendre d'un principe trop peu abondant, pour qu'il soit apprécié dans nos analyses.

Les densités de ces essences sont 0,847 pour celle de citron, et 0,86 pour celle de térébenthine à 22° centig. Elles se trouvent dans la classe des huiles volatiles les plus légères.

Les forces élastiques de ces deux huiles sont presque égales.

100 d'alcool (densité 0,84) dissolvent 13,5 d'huile de térébenthine à 22° centig.; la solubilité de l'huile de citron est à-peu-près semblable.

L'essence de citron absorbe huit fois et demie son volume de gaz ammoniaque, et l'essence de térébenthine en absorbe sept fois et un quart son volume, à la même température de 16°.

Elles se rapprochent également par les proportions de leurs élémens. M. Houtton-Labillardière a trouvé, par le procédé de l'oxide de cuivre, que 100 d'essence de térébenthine contiennent en poids :

Carbone,	87,6;
Hydrogène,	12,3.
	99,9.

D'après ces nombres, le gaz oxigène consumé est au gaz acide produit dans la combustion de cette huile,

comme 100 : 71,48 ; et j'ai trouvé que ce rapport était de 100 : 71,28 dans la combustion de l'essence de citron. Je dirai cependant qu'en faisant la combustion de l'essence de térébenthine dans du gaz oxigène, j'ai obtenu le rapport de 100 : 72,63. Il est si approché du premier qu'on peut attribuer la différence aux erreurs inévitables des observations. J'ai vu de plus qu'il se forme, dans cette opération, un peu d'ammoniaque. Par mon résultat, 100 d'essence de térébenthine rectifiée sur du muriate de chaux contiennent en poids, en y supposant, d'après M. Houtton, l'absence de l'oxigène :

Carbone,	87,788 ;
Hydrogène,	11,646,
Azote,	0,566.
	100.

Un gramme d'huile de térébenthine consume donc 2247,5 centim. c. d'oxigène, en formant 1632,4 d'acide carbonique et une très-petite quantité d'azote.

Les combinaisons des deux essences avec l'acide muriatique ont présenté, contre mon attente, des résultats très-différens.

L'essence de térébenthine n'a pu absorber que cent soixante-trois fois son volume de gaz acide muriatique à 22° du therm. et à $0^m,724$ du barom., tandis que l'essence de citron en a absorbé 286 fois son volume dans les mêmes circonstances.

Le muriate citré est plus pesant que l'eau, tandis que le muriate térébenthiné est plus léger que ce liquide.

Le muriate térébenthiné, exposé à l'extrémité d'une pince à la flamme d'une bougie, s'allume au même instant, tandis que le muriate citré ne s'enflamme point par ce procédé.

Le muriate citré se fond à 41° centig., tandis que le muriate térébenthiné n'entre pas en fusion à la température de l'eau bouillante. La masse fondue de ce dernier ne cristallise pas en se figeant, tandis que celle du muriate citré cristallise.

Le muriate térébenthiné exposé long-temps, soit seul, soit avec son poids de chaux vive, à la température de 60°, se sublime en flocons blancs, ramifiés, sans produire aucun liquide; tandis que le muriate citré se décompose en partie en huile liquide et en acide muriatique, et forme d'autre part une sublimation de grandes lames transparentes, irisées.

Les cristallisations des deux sels paraissent différentes, en ce que celle du muriate térébenthiné est confuse dans les circonstances où celle du muriate citré est déterminée.

100 parties d'alcool (densité 0,806) ne peuvent dissoudre que 17 de muriate citré, à 14° centig., tandis qu'elles dissolvent 33 de muriate térébenthiné.

Ces distinctions suffisent pour montrer que ces deux sels, ainsi que les essences de citron et de térébenthine sont des composés différens, malgré les rapports apparens qui se trouvent d'ailleurs entre ces dernières.

§ 5. *Essence de lavande.*

Cette huile, après son extraction de la lavande, avait une densité égale à 0,898, à 20° centig. Cette densité

s'est réduite à 0,877 par une distillation qui a extrait les six dixièmes de la liqueur. L'huile rectifiée s'est dissoute en toute proportion dans l'alcool (densité 0,83); 100 d'alcool (densité 0,887) n'en ont pu dissoudre que quarante parties, à la température de 20°.

La force élastique de l'huile de lavande à 13°,75 centig. est égale à 7,3 millimètres de mercure.

Cette huile, récemment rectifiée, condense le gaz oxigène avec une grande facilité; elle a absorbé à l'ombre, sur le mercure, pendant quatre mois d'hiver, à une température inférieure à 12°, cinquante-deux fois son volume de ce gaz, en formant deux fois son volume de gaz acide carbonique; et cependant il s'en fallait beaucoup qu'elle ne fût saturée d'oxigène.

Elle absorbe, en se troublant, quarante-sept fois son volume de gaz ammoniaque à 20° centig. Cette absorption est quatre ou cinq fois plus grande que celle qui est produite par les autres huiles essentielles que j'ai examinées.

Elle noircit avec le gaz acide muriatique, et en absorbe un peu moins que l'essence de citron, mais sans perdre l'état fluide, ou sans former de matière cristallisée par cette combinaison.

16,44 grammes d'essence de lavande distillés dans un tube chauffé au rouge ont produit :

4,88	grammes	de charbon;
7,541	———	de gaz inflammable;
0,329	———	de gaz acide carbonique;
2,1	———	de goudron.
14,85.		

Le décimètre cube du gaz inflammable pesait 0,64021 gramme. 100 en volume de ce gaz ont consumé 142,5 de gaz oxigène en formant 74,38 de gaz acide carbonique; 100 en poids du gaz inflammable contenaient donc 61,61 de carbone, 16,46 d'oxigène et 21,93 d'hydrogène. La quantité de carbone déduite de ces produits, indique 75,5 de cet élément dans 100 d'essence de lavande.

En brûlant cette huile mêlée de sable, dans un tube plein de gaz oxigène, j'ai trouvé que le rapport du gaz oxigène consumé, au gaz acide produit, était 100:74 en volume, et qu'il se formait de l'ammoniaque qui indiquait 2,84 centim. c. d'azote dans un gramme d'huile. Cette combustion n'a indiqué que 70 $\frac{1}{2}$ de carbone dans 100 d'essence.

En adoptant l'évaluation du carbone donnée par le tube rouge, et le rapport du gaz oxigène consumé au gaz acide carbonique produit dans la combustion de l'essence, elle contient en poids :

Carbone,	75,5	9,34 d'hydrogène en excès, sur 14,8 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	11,07	
Oxigène,	13,07	
Azote,	0,36	
	100.	

Un gramme de cette essence consume donc 1897,1 centim. c. d'oxigène, en formant 1403,4 d'acide carbonique, et une petite quantité d'azote.

§ 6. *Du Camphre.*

Je place ici le camphre à cause des rapports qu'il a dans la proportion de ses élémens avec l'essence de

lavande, quoique ses propriétés soient d'ailleurs différentes. Ce rapprochement pourrait se lier avec le camphre trouvé par M. Proust (1) dans l'huile de lavande de Murcie; elle lui en a fourni le quart de son poids, et beaucoup plus que les autres essences du même pays. Celle que j'ai analysée, et qui venait de France, n'a pas déposé une quantité notable de ce produit, par les procédés que cet auteur a décrits.

Le camphre n'absorbe environ qu'une fois son volume de gaz ammoniaque.

Un gramme de camphre absorbe 144 centim. c. de gaz acide muriatique à 10° du therm. et à 0,726 mètre du barom. Cette absorption peut se rapporter aussi au volume de ce combustible pris pour unité, puisque sa densité est, suivant Brisson, 0,988. Le camphre muriaté offre une liqueur blanche et transparente qui paraît se solidifier subitement au contact de l'air atmosphérique libre, parce que l'eau qu'il contient suffit pour précipiter promptement le camphre sans altération. La stabilité de ce dernier dans la combinaison muriatique le distingue éminemment des huiles essentielles que j'ai examinées; elles s'y sont décomposées.

100 d'alcool (densité 0,806) dissolvent 120 de camphre, à la température de 12° centig.

La force élastique du camphre à 15° $\frac{1}{2}$ du therm. équivaut à 4 millimètres de mercure. Cette faible volatilité peut donner de la confiance dans l'analyse de cette substance par le seul procédé de la combustion; je l'ai faite trois fois en n'obtenant que de légères différences.

---

(1) *Annales de Chimie*, t. IV.

Dans l'opération où il m'a donné le plus de carbone, 44 milligrammes de camphre ont consumé 81,14 centim. cubes de gaz oxigène, en formant 60,86 de gaz acide carbonique et 0,12 d'azote contenu dans de l'ammoniaque (1). Donc 100 de camphre contiennent en poids :

Carbone,	74,38	8,73 d'hydrogène en excès, sur 16,55 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	10,67	
Oxigène,	14,61	
Azote,	0,34	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 75. Je ne m'éloigne pas sensiblement du résultat moyen de mes analyses, en disant que le camphre peut être représenté par 1 atome de gaz oxide de carbone et 5 atomes de gaz oléfiant.

J'ai soumis à la distillation, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, 22 grammes de camphre; il a obstrué le col de la cornue, en s'y condensant, et il s'est lancé tout à-la-fois dans le tube. Cette projection n'a duré que quelques secondes, pendant lesquelles il s'est dégagé 6 litres de gaz inflammable, une huile volatile liquide, soluble en toute proportion dans l'alcool (densité 0,83); elle contenait du camphre en dissolution, et elle formait plus de la moitié de la matière soumise à l'analyse. Il ne s'est presque pas déposé de charbon dans le tube. Le décimètre cube du gaz inflammable pesait 0,8397 gramme. 100 en volume ont consumé pour leur combustion, 145,54 de gaz oxigène, en formant 95,5

(1) La présence de l'azote est douteuse dans cette analyse.

de gaz acide carbonique. Donc 100 en poids de gaz inflammable contenaient 61,01 de carbone, 14,52 d'hydrogène, 24,47 d'oxigène.

Cette distillation, beaucoup trop brusque pour servir à constater la proportion du carbone dans le camphre, confirme cependant, par l'analyse du gaz inflammable, la forte dose d'oxigène que le camphre contient, par les résultats de sa combustion immédiate.

§ 7. *Essence de romarin.*

Cette huile, après son extraction du végétal, avait une densité égale à 0,9109 à 15° centig. Cette densité s'est réduite à 0,8886 par une distillation qui en a extrait environ la moitié, et qui l'a décolorée en produisant quelques traces d'eau, ainsi que cela a lieu en général dans la rectification des huiles essentielles (1).

La force élastique de cette essence à 16° du therm. était égale à $9\frac{1}{2}$ millimètres de mercure (2).

Elle a absorbé neuf fois et trois quarts son volume de gaz ammoniaque à 19° centig. avant et après sa rectification.

L'essence rectifiée a absorbé, en noircissant et en se troublant, 218 fois son volume de gaz acide muriatique

---

(1) L'observation de Fourcroy sur de l'eau qui se séparerait des huiles essentielles à la température atmosphérique, quand on les garde dans des vaisseaux mal fermés, ne me paraît pas fondée, au moins pour des essences dont l'extraction date de près de cinquante ans.

(2) Ce résultat ne s'est pas accordé avec celui de l'ébullition qui n'avait lieu pour cette huile qu'au 165° centig.

pour sa saturation à la température de 22°. Cette combinaison ne peut point se figer ou cristalliser.

L'alcool (densité 0,83) dissout en toute proportion l'essence rectifiée ; mais 100 d'alcool (densité 0,887) n'en ont pu dissoudre que deux parties et demie à la température de 18° ; elle est donc moins soluble dans l'alcool que l'huile de lavande, propriété qui peut faire présumer que l'huile de romarin contient moins d'oxigène (1).

31,24 milligrammes de cette essence ont consumé dans un tube de verre 61,151 centim. c. de gaz oxigène en formant 46,625 de gaz acide, et 0,16 de gaz azote contenu dans de l'ammoniaque. Le premier gaz est au second comme 100 : 77,83. Cette combustion paraîtrait indiquer que 100 d'essence contiennent en poids 80,266 de carbone.

30,6 grammes d'essence ont produit par leur distillation, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge :

12 —	grammes	de charbon ;
12,214	———	de gaz inflammable ;
0,256	———	de gaz acide carbonique ;
3 —	———	de goudron.
27,470.		

(1) Les huiles volatiles qui contiennent beaucoup d'oxigène sont en général plus solubles dans l'alcool que celles qui n'en contiennent que peu ou point. Cette règle s'observe aussi dans la solubilité relative des huiles fixes, mais encore avec quelques variations. D'ailleurs cette solubilité est d'au-

Le décimètre cube du gaz inflammable pesait 0,5715 gramme. 100 en volume de ce gaz ont consumé 138 d'oxigène, en formant 70 d'acide carbonique. 100 en poids du gaz inflammable contenaient donc 65,87 de carbone, 23,89 d'hydrogène, 10,24 d'oxigène. Cette distillation indique 82,21 de carbone dans 100 parties d'essence; en appliquant ce dernier résultat à celui de sa combustion directe, elles contiennent en poids :

Carbone,	82,21	8,395 d'hydrog. en excès sur 8,758 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	9,42	
Oxigène,	7,73	
Azote,	0,64	
	100.	

§ 8. *Essence d'anis.*

L'huile essentielle d'anis, telle qu'on l'obtient des semences de cette plante, présente, dans l'état concret, une masse cristallisée jaunâtre, un peu molle, qui tache le papier comme une huile volatile liquide.

Cette essence figée et récente, soumise à l'action de la presse dans du papier jusqu'à ce qu'elle ne le tache plus, se réduit en une masse dure, grenue, parfaitement blanche, et susceptible d'être réduite en poudre; incohérente comme du sucre en pain. L'huile a perdu, par ce procédé à 0° du thermomètre, le quart de son poids. Cette perte a été plus grande à une température plus élevée. Je désignerai le mélange naturel des deux huiles,

---

tant plus grande dans les deux genres d'huiles qu'elles sont plus anciennes, ou qu'elles ont plus absorbé d'oxigène.

sous le nom d'*huile d'anis commune*, et sous celui d'*huile concrète*, celle qui a été séparée de la partie liquide.

L'*huile commune* figée se liquéfie à 17° centig. et l'*huile concrète* à 20°. La densité de la première à 25° est 0,9857; celle de la seconde, également dans l'état liquide (1), et à la même température, est 0,9849, relativement à l'eau prise pour unité à 12° centig.

La force élastique de l'huile concrète à 15° ½ centig. n'est égale qu'à un millimètre de mercure, et celle de l'huile commune, à un millimètre et demi au plus. L'état de fluidité ou de solidité de l'essence ne change pas sensiblement ces résultats, à la même température : on sait que l'essence d'anis, mieux encore que d'autres liquides, peut rester fluide à une température où elle pourrait être figée.

100 d'alcool (densité 0,84) dissolvent 42 d'essence commune à 25° centig.; elle se dissout en toute proportion à 15 centig. dans l'alcool (densité 0,806). 100 de cet alcool dissolvent 165 d'essence concrète, à la température précédente. Le degré de chaleur a une prodigieuse influence sur cette solubilité; car la même quantité d'alcool ne dissout que 25 d'essence, à la température de 10°.

---

(1) L'huile d'anis concrète est, dans l'état solide, plus pesante que l'eau. Sa densité à 12° centig. est 1,044 au moins; car elle retient des bulles d'air à sa surface, lorsqu'elle est exposée sous l'eau dans le vide de la pompe pneumatique.

La densité de cette essence fondue à 50° est 0,9669;
à 94° est 0,9256.

L'absorption du gaz ammoniaque à 25° centig. est égale à environ dix fois le volume de l'huile commune.

Un gramm. d'huile concrète absorbe 171 cent. c. de gaz acide muriatique à 12° du thermomètre et à 0,73 mètre du baromètre. Cette combinaison, qui est liquide, transparente et sans couleur, commence à se décomposer spontanément au bout de quelques heures, en prenant une belle couleur rouge rubis, et en dégageant, dans l'espace de plusieurs jours, le tiers du gaz qu'elle avait absorbé. Le contact de l'air libre ou de l'eau fait disparaître la couleur rouge de ce composé, et le réduit en un liquide épais, blanc et opaque.

L'huile commune se colore immédiatement par le contact de l'acide muriatique, et se brunit ensuite beaucoup plus que l'huile concrète, mais en présentant d'ailleurs à très-peu près les mêmes résultats.

L'huile concrète n'absorbe pas le gaz oxigène tant qu'elle reste figée ; mais lorsqu'elle se liquéfie par la chaleur de l'été, et qu'elle est en couche mince, elle fait disparaître, dans deux ans, cent cinquante-six fois son volume de ce gaz, en formant vingt-six fois son volume de gaz acide carbonique ; elle ne change plus alors le volume de son atmosphère, elle ne se concréfie plus par le froid, et elle est beaucoup plus soluble dans l'alcool qu'avant son oxigénation.

44 milligrammes d'huile commune ont consumé pour leur combustion 79,658 cent. c. d'oxigène, en formant 62,578 d'acide carbonique, et 0,119 d'azote engagé dans de l'ammoniaque : donc 100 d'huile commune contiennent en poids :

Carbone,	76,487	7,52 d'hydrog. en excès sur 16,53 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	9,352	
Oxigène,	13,821	
Azote,	0,34	
	100,000.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 78,56.

21,4 grammes d'*huile concrète* distillés dans un tube rouge ont produit :

9,28	gram. de charbon ;
6,508	—— de gaz inflammable ;
0,103	—— de gaz acide carbonique ;
2,55	—— de goudron.
18,441.	

Le décimètre cube du gaz inflammable pesait 0,5864 gramme. 100 en volume consumaient 114,4 de gaz oxigène, en formant 66,046 de gaz acide carbonique. 100 en poids de ce gaz inflammable contenaient donc 60,58 de carbone, 18,40 d'hydrogène, 21,02 d'oxigène. Cette distillation indique que 100 d'huile contiennent 83,468 de carbone.

49,5 milligrammes d'*huile d'anis concrète* ont consumé pour leur combustion 92,6 centimètres cubes de gaz oxigène, en formant 76,04 de gaz acide carbonique et 0,18 centim. c. d'azote engagé dans de l'ammoniaque. Cette combustion indique que 100 d'huile contiennent 82,614 de carbone, et que le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 82,1.

100 d'*huile d'anis concrète* contiennent donc :

Carbone,	83,468	6,4 d'hydrogène en excès sur 9,673 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	7,531	
Oxigène,	8,541	
Azote,	0,46	
	100.	

On voit que l'huile concrète contient moins d'oxigène que l'huile liquide, et que celle-ci doit être formée, au moins en partie, par l'oxidation de la première.

(*La suite au Cahier prochain*).

Lettre *de M.* Mathieu de Dombasle *à M.* Gay-Lussac, *sur la Conversion de la fécule en alcool par la fermentation.*

Nancy, le 14 juin 1819.

« Dans un Mémoire inséré dans le Cahier du mois de janvier de cette année des *Annales de Chimie*, M. Proust élève des doutes sur la conversion de la fécule en alcool par la fermentation. Depuis quelques années, ce fait a été annoncé, et fréquemment révoqué en doute, de sorte qu'il semble que l'opinion de beaucoup de savans est encore incertaine sur cet objet, qui présente cependant une assez grande importance, soit sous le rapport des arts, soit sous celui de la science.

» Comme je me suis trouvé dans une position favorable pour observer, pendant long-temps, et tous les jours,

les circonstances de ce phénomène, je vous prie de me permettre d'entrer, à ce sujet, dans quelques détails qui, je l'espère, écarteront tous les doutes qu'on a pu concevoir.

» Si la chimie a répandu, depuis un demi-siècle, de grandes lumières sur une foule de procédés des arts, il ne faut pas aussi que la science dédaigne de s'enrichir des faits que lui présente la pratique des ateliers : les travaux qui s'y exécutent sur de grandes masses offrent souvent à l'observateur des circonstances qu'il serait difficile de reproduire dans les expériences de laboratoire, et des résultats qui peuvent être de nature à résoudre quelques problêmes de théorie, avec autant de certitude que les travaux analytiques les plus exacts.

» Le principal motif qui fait douter M. Proust de la conversion de la fécule en alcool, c'est que dans les circonstances où on soumet les grains à la fermentation, comme dans le travail des amidonniers et des brasseurs, il ne se produit, dit-il, qu'une quantité d'alcool très-exiguë, et qui ne lui paraît pas en rapport avec la quantité de fécule qu'ils contiennent.

» Il est très-vrai que, dans la fabrication de l'amidon, la quantité d'alcool qui se produit est très-petite; mais c'est que les circonstances dans lesquelles on place les grains ne sont nullement propres à cette production. On y ajoute du ferment, mais c'est un ferment acide, qui, non-seulement n'est pas de nature à provoquer la fermentation alcoolique, mais qui s'y oppose très-puissamment. En effet, dans tous les procédés où on cherche à développer la fermentation vineuse, on re-

marque que la fermentation acide est son plus grand ennemi ; lorsque cette dernière commence à se développer, la première s'arrête bientôt. Ce fait est très-connu des brasseurs et des distillateurs de grains ; ils savent que, si la levure qu'ils emploient est acide, ou si les vaisseaux dont ils font usage sont imprégnés d'acide par l'effet de la négligence à les nettoyer, la fermentation vineuse reste incomplète, et les produits sont en grande partie perdus. Il n'est donc pas étonnant qu'on ne trouve qu'une très-petite quantité d'alcool dans l'eau sûre des amidonniers ; leurs opérations sont très-bien calculées pour conserver la fécule, mais le seraient très-mal pour la convertir en alcool.

» On rencontre ce produit en bien plus grande abondance dans la bière ; cependant toute la fécule qui était contenue dans le grain est bien loin d'être convertie en alcool dans les opérations du brasseur ; ce n'est pas là non plus son but : les principes du houblon sont employés par le brasseur comme un puissant préservatif de la fermentation acide ; cette substance agit dans la bière, de même que le principe astringent des grappes et des pepins de raisin dans le vin ; sans eux, ces liqueurs ne pourraient se conserver dans leur état vineux, mais passeraient promptement à la fermentation acide. D'un autre côté, la saveur forte et amère du houblon ne peut devenir agréable que lorsqu'elle est corrigée par la présence d'une quantité considérable d'une matière sucrée non décomposée. La saveur qu'on recherche dans la bière doit être un composé, dans de justes proportions de celle du houblon, de la matière sucrée, de l'alcool et de l'acide carbonique. Tout l'art si délicat du brasseur

tend à établir un certain rapport entre ces quatre saveurs, selon la qualité de bière qu'il veut fabriquer. Une dose précise, mais toujours très-petite de levure, l'abaissement du degré de température du liquide, l'interruption de la fermentation par la défécation, dans un instant déterminé, sont les principaux moyens qu'il emploie pour circonscrire la fermentation dans les limites qui conviennent au but qu'il se propose. Ce n'est donc pas dans la bière qu'on doit s'attendre à rencontrer tout l'alcool qui aurait pu être produit par la fécule qui était contenue dans le grain. Cependant il y a des qualités de bière qui contiennent plus d'alcool que la plupart des vins de plusieurs départemens de la France.

» Si on veut étudier les phénomènes de la conversion de la fécule en alcool, c'est dans les opérations des distillations de grains et de pommes de terre qu'on doit le faire, parce qu'ici, la production de l'alcool étant l'unique but du fabricant, toutes les circonstances sont disposées pour la favoriser. Ce que je vais en dire prouvera, je pense, que la quantité d'alcool produite dans ce cas est loin d'être aussi peu considérable que le pense M. Proust, et que ce n'est qu'aux dépens de la fécule qu'il peut être produit.

» Je commencerai par la distillation des grains, en prenant l'orge pour exemple.

» D'après l'analyse faite par Einhof, 100 parties d'orge de bonne qualité contiennent, abstraction faite de l'enveloppe du grain, de l'eau, des phosphates et d'une très-petite quantité d'albumine, substances que nous pouvons négliger ici.

Fécule,	47,03;
Gluten,	2,23;
Matière sucrée,	3,65;
Mucilage,	3,21.

» Ordinairement, on convertit en *malt* une partie, et quelquefois la totalité de l'orge qu'on veut soumettre à la fermentation. On peut cependant, à la rigueur, tirer autant d'alcool du grain *cru*; mais alors l'opération est fort délicate : il est très-difficile d'empêcher que la masse ne passe à la fermentation acide avant que la fermentation alcoolique soit assez avancée. Au reste, il suffit de convertir en malt la dixième partie de l'orge qu'on veut employer, pour que la fermentation marche régulièrement, au moyen des soins convenables.

» On concasse au moulin le mélange d'orge et de malt, on en fait une pâte très-claire, avec de l'eau presque bouillante, de manière que la masse porte 62° c. de température, et on l'abandonne dans un cuvier couvert pendant deux heures; on y verse ensuite de l'eau froide ou tiède, jusqu'à ce que le tout forme 6 à 7 hectolitres pour 100 kilogrammes de grains, et que le liquide ait une température de 15 à 21°, selon que la température de l'atmosphère est plus ou moins élevée, que la masse sur laquelle on opère est plus ou moins considérable, etc., et on ajoute de bonne levure de bière. La fermentation vineuse dure ordinairement pendant trois jours, et au bout de ce temps, on distille lorsque la fermentation acide a déjà commencé à se développer.

» 100 kilogrammes d'orge, traités de la sorte, fournissent communément 42 litres d'eau-de-vie à 19°.

» La fermentation vineuse des pommes de terre présente un exemple aussi frappant de la conversion de la fécule en alcool; 100 parties de pommes de terre qu'Einhof a analysées contenaient, indépendamment de l'eau :

Fécule.....	15;
Matière fibreuse amilacée.....	7,03;
Albumine.....	1,39;
Mucilage à l'état d'un sirop épais...	4,06.
Total...	27,48.

» D'après mes expériences, il faut que les pommes de terre soient d'excellente qualité pour que les substances solides, et spécialement la fécule, y existent en aussi grande proportion.

» Lorsqu'on veut soumettre les pommes de terre à la fermentation, on les fait cuire à la vapeur, on les écrase, on y mêle 3 centièmes de leur poids de malt d'orge en farine, et on ajoute de l'eau presque bouillante, pour former une bouillie portant 62°, qu'on abandonne au repos pendant deux heures. On l'étend ensuite d'eau froide, ou tiède, de manière à former une masse de 3 hectolitres environ pour 100 kilogrammes de pommes de terre, et à la température de 20 à 23°, on ajoute la levure de bière. La fermentation est ordinairement terminée au bout de trois jours, et on obtient environ 16 litres d'eau-de-vie à 19° pour 100 kilogrammes de bonnes pommes de terre. Celles qui sont moins riches en fécule donnent un produit moindre, quelquefois seulement 10 ou 12 litres.

» Je ne pense pas que personne soit disposé à ré-

voquer en doute la conversion de la fécule en alcool dans ces opérations. En effet, de quelle substance serait-il formé ?

» La théorie de cette conversion ne paraît pas devoir faire la matière d'un doute ; l'extrême analogie des principes constituans de la fécule et du sucre était connue depuis long-temps, lorsque M. Kirchoff a observé la conversion d'une de ces substances en l'autre par l'intermède de l'acide sulfurique ; il est donc question de rechercher quelle substance joue le même rôle que l'acide sulfurique dans les procédés de la fermentation des grains et des pommes de terre, en convertissant la fécule en sucre, et en la disposant ainsi à subir la fermentation alcoolique ; c'est encore le même chimiste qui nous aide à résoudre cette question. Il a reconnu que le gluten agit sur la fécule, dans certaines circonstances, de la même manière que l'acide sulfurique, et ces circonstances se rencontrent particulièrement dans les opérations qui nous occupent. Les pommes de terre ne peuvent produire d'alcool sans mélange de grains, parce qu'elles ne contiennent pas de gluten ; les grains convertis en malt conviennent encore mieux pour ce mélange, parce que, comme M. Kirchoff l'a fait voir, le gluten, dans les opérations de la conversion du grain en malt, subit une altération qui le rend plus propre à réagir sur la fécule.

» Immédiatement après la macération du grain égrugé, ou des pommes de terre avec le malt à la température de 62°, on peut déjà reconnaître à la solubilité et à la saveur de la fécule, qu'elle a changé de nature et s'est rapprochée de la nature du sucre ; cette conver-

sion continue, selon toutes les apparences, pendant la durée de la fermentation, en marchant de front avec celle de la matière sucrée en alcool.

» On trouvera peut-être qu'il serait encore plus satisfaisant d'opérer cette conversion dans une opération de laboratoire, en employant, dans leur état de pureté, la fécule, le gluten et la levure, et où on pourrait, comme le dit M. Proust, saisir les débris des substances employées, et examiner les altérations qu'elles ont éprouvées, de même que l'ont fait pour le sucre, MM. Lavoisier et Thenard. Je ne crois pas qu'il soit impossible d'y parvenir; mais on devrait s'attendre, dans une opération ainsi dirigée, à de très-grandes difficultés qui naissent de la nature des choses: M. Kirchoff a déjà averti les personnes qui voudraient répéter l'expérience de la conversion de la fécule en matière sucrée, par l'intermède du gluten, des difficultés qu'on éprouve pour maintenir le mélange, pendant un temps suffisant, au degré de température convenable pour cette transmutation; lorsqu'on opère sur une grande masse, il n'y a rien de plus facile; elle conserve sa chaleur tout naturellement; il me paraît même très-probable que l'abaissement graduel, mais très-lent de température, qui a lieu dans cette circonstance, favorise beaucoup la transmutation qu'on cherche à opérer.

» Cependant, en supposant que la masse elle-même de la matière sur laquelle on agit, n'exerce aucune influence dans ce cas, il ne serait pas très-difficile de reproduire dans une expérience en petit, les mêmes circonstances de température qui ont lieu dans les opérations en grand; mais on éprouverait une autre diffi-

culté bien plus grave, qui résulte des propriétés physiques de la fécule amenée à l'état de pureté : dans cet état, la fécule se précipite avec une grande rapidité, et, se tassant au fond du liquide dans lequel on la délaie, se soustrait ainsi très-promptement à l'action des substances qui se rencontrent dans le même liquide, soit en état de solution, soit en état de suspension. D'un autre côté, si on fait atteindre au liquide le degré de température auquel la fécule entre en dissolution, on formera un *magma* dans lequel les autres substances n'exercent leur action qu'avec beaucoup de difficulté. Je suis persuadé que c'est par cette raison qu'on réussit si difficilement à convertir la fécule en matière sucrée par la réaction du gluten ; cela serait encore bien plus difficile, si on voulait faire marcher simultanément la fermentation vineuse avec cette conversion, comme cela a lieu dans la fermentation alcoolique des matières farineuses.

» Lorsqu'on opère sur les grains seulement concassés, ou sur les pommes de terre cuites, les circonstances sont bien plus favorables, parce que ces matières ne se tassant pas au fond du liquide, comme le fait la fécule, sont bien plus efficacement soumises à l'action des agens qu'on met en contact avec elles, et aussi parce qu'elles ne peuvent se dissoudre promptement dans l'eau, et y former un *magma* épais, comme la fécule.

» Si on considère la fécule sous le rapport de la quantité d'alcool qu'elle peut produire, on trouvera que, dans les deux opérations dont j'ai fait mention, elle en produit beaucoup moins que le sucre dans les expériences de MM. Lavoisier et Thenard : en effet, le rapport de spirituosité entre l'eau-de-vie à 19°, que j'ai in-

diqué comme étant le produit des distillations de grains et de pommes de terre, et l'alcool à 822, comme ces deux savans l'ont obtenu de la fermentation du sucre, est exprimé assez exactement par les nombres 9 et 15; c'est-à-dire, que 9 parties d'alcool à 822 ou 34° environ, étant étendues d'eau, produisent environ 15 parties d'eau-de-vie à 19°. En partant de cette donnée, on trouvera que, dans la distillation de l'orge, la fécule à laquelle on doit réunir la petite quantité de matière sucrée, et peut-être aussi le mucilage, a produit une beaucoup moins grande quantité d'alcool, qu'un poids égal de sucre. Dans la fermentation des pommes de terre, si on n'avait égard qu'à la quantité de fécule qui y est indiquée par l'analyse d'Einhof, on trouverait que la fécule a produit à-peu-près autant d'alcool que peut le faire la même quantité de sucre; mais, sans parler du mucilage, il est très-probable qu'une grande partie au moins de la *matière fibreuse amilacée* a aussi contribué à la formation de l'alcool; car cette matière fibreuse de la pomme de terre est d'une nature toute particulière, et se rapproche tellement des propriétés de la fécule, qu'il est assez naturel de croire qu'elle peut éprouver les mêmes modifications.

» Je m'abstiens de présenter ici les calculs de la quantité proportionnelle d'alcool qui a été produite, dans ces deux cas, par la fécule, parce qu'ils présenteraient peu de certitude, la fécule étant ici accompagnée d'autres substances qui, quoiqu'en très-petites quantités, ont pu contribuer aussi à la formation de l'alcool.

» Au reste, si, dans la fermentation des grains et des pommes de terre, la fécule produit une quantité

d'alcool moindre que ne pourrait le faire un poids égal de sucre, je suis persuadé qu'on doit attribuer la plus grande partie de cette différence à la difficulté qu'on éprouve d'empêcher l'invasion de la fermentation acide, avant que la totalité de l'alcool soit formée, c'est-à-dire, avant que la fermentation vineuse soit complète. En effet, dans toutes ces fermentations, le produit en alcool est toujours d'autant plus abondant, qu'on a réussi à retarder davantage l'invasion de la fermentation acide; ce qui présente beaucoup de difficulté, parce qu'il n'y a ici aucun préservatif de cette fermentation, comme il s'en rencontre dans le vin et la bière. »

Recherches *sur la Décomposition mutuelle de l'alcool et de l'acide phosphorique pendant la formation de l'éther.*

Par J.-L. Lassaigne.

M. Dabit est le premier qui ait observé que l'acide sulfurique était en partie décomposé pendant l'éthérification, et transformé en un acide qu'il a regardé comme intermédiaire entre l'acide sulfureux et l'acide sulfurique. Mais M. Vogel, ayant répété dernièrement les expériences de M. Dabit, a considéré cet acide comme formé d'oxigène, de soufre, d'hydrogène et de carbone, auquel il a donné le nom d'*acide sulfovineux*. M. Gay-Lussac, dans une note insérée dans les *Annales de Chimie* (janvier 1820), le considère, d'après les expériences qu'il a faites sur sa capacité de saturation pour les oxides, comme

de l'acide hypo-sulfurique combiné à une matière végétale qui semble jouer le rôle d'eau de cristallisation dans ses combinaisons salines.

Il était naturel de penser que si on obtenait un produit analogue en faisant agir l'alcool sur l'acide phosphorique pour le transformer en éther, ce dernier acide devait, dans cette opération, de même que l'acide sulfurique, donner pour résultat un acide formé par le phosphore et les élémens de l'alcool, correspondant à l'acide sulfovineux.

M. Vauquelin m'ayant invité à examiner si, pendant l'éthérification au moyen de l'acide phosphorique, les choses se passaient comme avec l'acide sulfurique, j'ai entrepris les expériences suivantes :

1°. De l'acide phosphorique obtenu par l'acide nitrique et le phosphore, après avoir été tenu en fusion pendant une demi-heure dans un creuset de platine, afin de chasser les dernières portions d'acide nitrique, a été dissous dans une quantité d'eau suffisante pour former une dissolution d'une densité de 1,500.

2°. Cette dissolution, introduite dans une cornue de verre tubulée, et à laquelle on avait adapté un petit récipient qui plongeait dans une terrine remplie d'eau froide, a été chauffée à une température voisine de l'ébullition de l'eau ; on a ensuite fait tomber goutte à goutte, par le moyen d'un tube recourbé qui plongeait dans l'acide, par la tubulure de la cornue, une quantité d'alcool à 40° égale à celle de l'acide employé.

Après avoir fait passer successivement plusieurs fois le produit de la distillation à travers l'acide phosphorique chaud, on a obtenu une liqueur incolore d'une

odeur très-prononcée d'éther sulfurique qui contenait cependant beaucoup d'alcool non décomposé, comme on s'en est facilement convaincu en l'agitant avec de l'eau.

Le résidu contenu dans la cornue était visqueux, légèrement brunâtre, d'une odeur très-éthérée; après l'avoir dissous dans huit fois son volume d'eau distillée, on l'a saturé par un lait de chaux, et filtré; il s'est formé pendant cette saturation un précipité abondant gélatineux de phosphate de chaux; la liqueur étant légèrement alcaline, on y a fait passer un courant d'acide carbonique, et après l'avoir fait bouillir pendant quelque temps, on en a séparé par la filtration le carbonate de chaux; la liqueur était insipide, elle dénonçait évidemment par l'oxalate d'ammoniaque la présence de la chaux combinée; car l'acide carbonique n'y formait plus aucun précipité.

Cette liqueur a été évaporée en consistance sirupeuse et abandonnée à elle-même; elle s'est prise en une masse blanche, molle, qui, examinée attentivement à la loupe, paraissait formée par l'entrelacement de petites aiguilles divergentes. Cette substance saline avait une légère saveur âcre comme les sels doubles de chaux; desséchée à une douce chaleur, elle a attiré un peu l'humidité de l'air; cependant elle ne contenait aucun sel déliquescent, tels que nitrate et muriate de chaux; l'eau froide la dissolvait avec facilité.

Ce sel desséché, calciné dans un tube de verre fermé par un bout, a fourni de l'eau, de l'huile douce du vin, des gaz d'une odeur d'éther acétique, du charbon et du phosphate de chaux neutre.

Une dissolution de ce sel calcaire à laquelle on avait ajouté une petite quantité d'acide nitrique, évaporée à siccité, a donné un résidu blanc alors insoluble dans l'eau, et qui jouissait de toutes les propriétés du phosphate de chaux.

L'on voit par ces résultats :

1°. Que l'action de l'acide phosphorique sur l'alcool est la même que celle de l'acide sulfurique ;

2°. Qu'il se forme, comme on l'a vu ci-dessus, un acide qu'on pourrait appeler *phosphovineux*, par son analogie avec l'acide sulfovineux ;

3°. Que cet acide formant des sels très-solubles avec la chaux et la baryte, pourrait être considéré comme de l'acide hypo-phosphoreux combiné à une matière végétale, de même que M. Gay-Lussac le pense pour l'acide sulfovineux ;

4°. Qu'il est très-probable que l'acide arsénique qui forme de l'éther comme ces deux derniers, doit, en réagissant sur l'alcool, donner naissance à un acide particulier formé par le deutoxide d'arsenic et les élémens de l'alcool.

La petite quantité de phosphovinate de chaux que j'ai obtenue ne m'a pas permis d'extraire cet acide à l'état de liberté, ni d'en former d'autres combinaisons ; mais je pense que les expériences auxquelles je l'ai soumis suffisent pour démontrer qu'il se comporte comme le sulfovinate de chaux.

LETTRE *de M.* Gaultier de Claubry *à M.* Gay-Lussac, *sur les substances qui contiennent de l'iode.*

« MONSIEUR,

» Vous avez inséré, dans le Cahier de décembre de vos *Annales*, un travail de M. Fife, d'Edimburg, sur les substances qui renferment de l'iode. Ce chimiste rapporte les expériences qu'il a faites sur plusieurs espèces de fucus, parmi lesquels il cite le *fucus vesiculosus*, dans lequel il prétend ne pas avoir rencontré de traces d'iode : comme j'avais, dans un Mémoire inséré dans les *Annales de Chimie*, tome XCIII, p. 75, annoncé l'existence de ce corps dans cette même espèce, j'ai voulu vérifier si j'étais tombé dans l'erreur. Ayant pu me procurer une petite quantité de ce fucus, je l'ai incinéré, et je me suis assuré que le résidu contenait de l'iode, mais en petite quantité; et c'est au surplus ce que j'ai annoncé dans le travail cité; le *fucus vesiculosus* étant, parmi les six espèces que j'ai analysées, celui qui m'en a fourni la moindre proportion.

» Quant aux expériences sur l'eau de mer et sur l'existence de l'iode dans les fucus avant l'incinération, j'avais tiré les mêmes conclusions de mon travail, dans lequel j'avais même déterminé l'état auquel l'iode existait dans ces plantes.

» M. Fife dit avoir extrait de l'iode des éponges, mais seulement après l'incinération; d'où il conclut que ce corps est à un autre état de combinaison avant la

combustion. J'ai répété cette expérience, et je me suis convaincu facilement que l'on peut extraire par l'eau et de la même manière l'iode de l'éponge avant et après la combustion : d'où l'on peut supposer avec fondement que ce corps y est à l'état d'un hydriodate de potasse comme dans les fucus.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

Sur *l'Oxidation de l'argent pendant sa fusion.*

Par M. Chevillot.

L'oxidation de l'argent par la fusion au contact de l'air, annoncée par M. Samuel Lucas (1), est un fait curieux et qui paraît en opposition avec les idées reçues jusqu'à présent sur la manière dont ce métal se comporte au feu. Comme l'explication de ce phénomène tient à la théorie de la coupellation, j'ai pensé que de nouvelles expériences sur ce sujet pourraient présenter quelque intérêt.

1re *Expérience.* 9 grammes d'argent au titre de 990 mill. ont été tenus en fusion pendant vingt minutes, dans une coupelle placée au milieu de la moufle du fourneau de coupelle, et plongés sous une cloche pleine d'eau; le métal, en se solidifiant, a laissé dégager 0centil.,60 de gaz contenant 0,80 d'oxigène. L'oxigène obtenu précédemment me paraissait provenir

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XII, p. 402.

de l'argent ; cependant, ayant plongé dans l'eau la coupelle en même temps que l'argent, il pouvait arriver que la coupelle elle-même fournît de l'oxigène. Nous verrons ci-après qu'en effet les coupelles incandescentes plongées dans l'eau laissent dégager une certaine quantité d'oxigène.

2e *Expérience.* 30 grammes d'argent au titre de 995 mill., tenus en fusion pendant vingt minutes dans un creuset au milieu de la moufle, et coulés sous une cloche pleine d'eau, ont laissé dégager 1 centil.,42 de gaz, contenant 0,94 d'oxigène.

3e *Expérience.* 8 grammes d'argent provenant de la réduction du chlorure d'argent, traités de la même manière, ont donné 0 centil.,78 de gaz contenant 95,5 centièmes d'oxigène.

4e *Expérience.* 30 grammes d'argent au titre de 995 millièm., mis dans un creuset recouvert de plusieurs petits fragmens de charbon, ont été tenus en fusion pendant trente minutes dans la moufle, et coulés sous une cloche pleine d'eau ; il ne s'est dégagé que quelques bulles de gaz ; le métal était très-ductile et n'offrait point de cavités dans son intérieur ; le charbon avait donc, dans cette expérience, empêché l'oxidation de l'argent.

5e *Expérience.* 30 grammes d'argent au titre de 952 mill., fondus pendant vingt-cinq minutes dans la moufle, et coulés sous une cloche pleine d'eau, n'ont point produit de quantité sensible de gaz ; le métal était poreux et d'un jaune tirant sur le rouge dans une grande partie de sa surface. Il serait intéressant de déterminer la limite à laquelle l'argent allié à une quantité donnée

de cuivre cesse de laisser dégager de l'oxigène par l'eau ; c'est ce que je ferai connaître par la suite : quelques expériences faites sur de l'argent au titre de 980 à 985 semblent indiquer que déjà, à ce titre, il cesse de donner de l'oxigène.

6e *Expérience.* 5 grammes d'or au titre de 946 mill., tenus en fusion pendant vingt minutes, et coulés dans l'eau, n'ont point produit de quantité notable de gaz. Mais comme la présence d'une petite quantité de cuivre suffit pour empêcher l'oxidation de l'argent, il est possible qu'il en soit de même par rapport à l'or ; c'est pourquoi je me propose de faire cette expérience sur de l'or pur.

16 grammes de zinc fondus dans un creuset, et coulés par portions sous une cloche au moment où le métal commençait à s'enflammer, ont produit de légères détonnations ; le volume du gaz obtenu était de $0^{\text{centil.}},42$, et presque entièrement formé de gaz hydrogène : cette expérience est d'accord avec les propriétés connues de ce métal.

L'antimoine, le bismuth, le plomb, le cuivre, l'oxide de strontium, le deutoxide d'étain, le tritoxide de fer traités comme précédemment n'ont point donné d'oxigène. Seulement je préviendrai qu'ayant opéré sur 30 grammes de chacun des quatre métaux précédens, il s'est produit, dans les quatre expériences, une violente détonnation qui a été suivie de la fracture des vases.

38 grammes de chaux du marbre blanc tenus au rouge pendant deux heures dans la moufle, et plongés sous une cloche pleine d'eau, ont produit $0^{\text{centil.}},29$ de gaz contenant 0,28 d'oxigène.

Ayant reconnu que les coupelles laissaient dégager de l'oxigène lorsqu'on les plongeait rouges de feu sous des cloches pleines d'eau, il était nécessaire de chercher à déterminer la cause de la production de ce gaz.

A cet effet, on a fait rougir pendant trente minutes, dans une moufle neuve, 9 coupelles pesant chacune $12^{gramm.},5$; trois ont été plongées rouges sous une cloche pleine d'eau, et ont produit $0^{centil.},60$ de gaz contenant 0,57 d'oxigène. Les six autres coupelles ont été retirées du fourneau, refroidies à l'air et plongées sous une cloche pleine d'eau : le volume de gaz obtenu était de $0^{centil.},67$; c'était de l'air atmosphérique.

Ayant reconnu par l'expérience que le phosphate de chaux chauffé au rouge ne donnait point de quantité sensible d'oxigène sous l'eau, je lessivai à chaud 75 grammes de coupelles ; la matière lessivée fut convertie en coupelles, qui, chauffées au rouge pendant une heure et plongées sous une cloche pleine d'eau, donnèrent moins d'oxigène que les coupelles non lessivées.

La liqueur qui avait digéré à chaud sur les coupelles précédentes était alcaline ; elle produisit par l'évaporation une quantité sensible de carbonate de soude.

Présumant que la présence de la soude pouvait être la cause du dégagement d'oxigène dans les coupelles, je pris $65^{g},9$ de coupelles en poudre lessivées à chaud, je les mêlai avec $2^{g},2$ de carbonate de soude, et j'en fis de nouveau des coupelles qui furent chauffées au rouge pendant une heure dans la moufle ; trois de ces coupelles pesant ensemble 45 grammes, plongées dans l'eau, ont produit $0^{cent.},41$ de gaz contenant $43^{centièm.},9$ d'oxigène.

Les expériences précédentes portent à croire que l'oxi-

gène dégagé des coupelles provient en partie du sous-carbonate de soude qu'elles contiennent ; cependant je ne puis en ce moment donner cette opinion que comme vraisemblable, me proposant de faire de nouvelles recherches sur cet objet.

Ainsi, de toutes les matières que j'ai examinées, il n'y a parmi les substances métalliques que l'argent qui possède la propriété de laisser dégager de l'oxigène par l'eau. Ne pourrait-on pas penser que c'est à cause de l'oxidation de ce métal, que l'argent fin passé à la coupelle ne peut être obtenu qu'avec la plus grande difficulté, sans végétation ? Cette opinion paraît d'autant plus probable que M. Samuel Lucas a vu une ébullition qui a duré une demi-heure, et plus, à la surface de masses considérables d'argent qui se refroidissaient, et que d'ailleurs il suffit d'une très-petite quantité de cuivre pour empêcher l'oxidation de l'argent.

Le phénomène annoncé par Pelletier au sujet du phosphure d'argent, ne tiendrait-il pas encore à cette propriété ? Ce savant chimiste a remarqué que le phosphure d'argent, en refroidissant, lançait des jets de phosphore. J'ai répété cette expérience, et j'ai vu une multitude d'aigrettes lumineuses s'élancer du phosphure très-peu de temps après la combinaison du métal avec le phosphore ; sa surface était alors recouverte de nombreuses aspérités ressemblant à de petites végétations.

Sur *le Calorique du vide.*

Par M. Gay-Lussac.

A l'époque où la chimie a éprouvé la révolution qui l'a tirée de sa longue enfance, et l'a fait briller d'un éclat qui s'est répandu sur les autres sciences, les physiciens se sont beaucoup occupés de connaître la quantité absolue de chaleur que renferment les corps, et même un espace vide; mais leurs recherches n'ont eu aucun résultat satisfaisant. Cette question, dans l'état actuel de nos connaissances, ne peut être résolue en effet qu'à l'aide de nombreuses hypothèses, d'autant moins vraisemblables que l'on ignore complètement la nature de la chaleur; et si on ne peut la considérer comme tout-à-fait chimérique, on doit au moins lui accorder très-peu d'importance. Les observations sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse traiter avec succès une pareille question, et il est plus utile pour l'avancement de la physique de chercher à les multiplier.

L'objet que je me propose dans cette note est de rappeler et de faire mieux connaître une expérience qui prouve que lorsqu'on réduit ou qu'on augmente un espace vide de matière pondérable, le thermomètre plongé dans cet espace n'indique aucune variation de température.

Déjà j'avais énoncé ce résultat dans le premier volume des *Mémoires de la Société d'Arcueil*, page 191; mais l'expérience d'où je l'avais conclu n'ayant pas été faite

assez en grand, j'avais cherché depuis à la répéter à l'occasion du concours proposé par l'Institut sur la capacité des fluides élastiques pour le calorique.

Je fis construire par M. Fortin un baromètre de 75 mill. de diamètre et de près d'un mètre de longueur. C'est un tube de verre fermé à son extrémité supérieure par une plaque métallique percée de deux trous ; l'un pour laisser passer la tige d'un thermomètre à air destiné à faire connaître les variations de température dans le vide barométrique ; l'autre pour établir, au moyen d'un tube très-étroit à robinet, une communication entre le gros tube et une bonne machine pneumatique, et y faire le vide. Ce tube, lorsqu'il était rempli de mercure, ayant un poids considérable, on l'avait fixé entre deux montans au moyen d'un large collier portant deux tourillons par lesquels il était soutenu. La cuvette dans laquelle il plongeait par son extrémité inférieure était en tôle et profonde d'environ cinq décimètres : elle était suspendue par deux cordons s'enroulant sur un axe à manivelle, et en l'élevant ou en l'abaissant, on pouvait faire varier l'étendue du vide barométrique.

Le thermomètre à air avait sa boule plongée dans la partie supérieure du tube, près de la plaque métallique qui le fermait : elle avait presque le même diamètre que l'intérieur du tube, et sa tige, dans laquelle glissait une petite colonne d'eau colorée, était au contraire d'un diamètre très-étroit. La sensibilité de cet instrument était très-grande, et le calcul de ses dimensions m'avait appris qu'un six centième de degré occupait sur la tige près d'un millimètre de longueur, et était par conséquent très-appréciable.

Pour mettre l'appareil en jeu, on commençait par faire le vide dans le tube barométrique, au moyen de la machine pneumatique; et pour qu'il fût aussi parfait que possible, on soulevait la cuvette jusqu'à ce que la colonne de mercure touchât le haut du tube, et même s'élevât tout près du robinet. En fermant alors ce dernier, et descendant la cuvette, on obtenait un vide presque aussi parfait que celui du baromètre ordinaire, parce qu'on avait eu l'attention de dessécher le mercure, et d'introduire dans le tube quelques morceaux de chlorure de calcium pour absorber l'humidité.

Voulait-on alors dilater, c'est-à-dire, augmenter l'espace vide? On commençait par ramener l'extrémité de la colonne de mercure près de la boule du thermomètre; et lorsqu'on était assuré de la permanence de température, on baissait rapidement la cuvette; ce qui se faisait en moins d'un tiers de seconde. Voulait-on, au contraire, comprimer l'espace vide, ou le diminuer? On élevait la cuvette en tournant la manivelle de l'axe auquel elle était suspendue. Mais quoiqu'on ait réduit très-souvent un espace vide, d'environ un litre, au quart de son volume, et qu'on ait fait l'expérience inverse, le thermomètre à air n'a pas indiqué la plus légère variation. Cependant, aussitôt qu'on avait introduit dans le tube assez d'air pour faire baisser la colonne de mercure de un centième, on obtenait des variations très-sensibles de chaleur, en réduisant ou en dilatant l'espace barométrique.

Il est donc évident, par les résultats de ces expériences, que la réduction ou, ce qui est la même chose, la compression d'un espace vide, et sa dilatation, ne donnent lieu à aucune variation thermométrique.

Si l'on cherche maintenant à interpréter ce résultat, on sera conduit à admettre que le vide ne contient pas de calorique, à la manière des corps. En effet, s'il en contenait, pourquoi sa réduction ne produirait-elle pas une élévation de température, tout comme lorsqu'on réduit un espace occupé par un corps solide, ou même par un fluide élastique très-dilaté ? Le mercure et le verre ne sont pas instantanément perméables au calorique ; ils le retiennent à leur surface, d'où il se propage dans leur intérieur par voie de transmission de molécule à molécule ; et si le vide contient réellement du calorique à la manière des corps, on ne conçoit plus pourquoi le thermomètre ne l'accuserait pas au moment où l'on fait varier le volume de l'espace vide.

Mais, dira-t-on, un espace vide renferme nécessairement du calorique ; car les corps s'y échauffent et s'y refroidissent. Oui, sans doute, et l'on ne saurait le nier ; mais ici il ne faut pas confondre le calorique qui traverse un espace vide avec celui qui existe dans les corps. Dans ceux-ci, soit que l'on considère le calorique comme un corps, soit qu'on le considère comme du mouvement, on peut en mesurer la quantité ; mais, dans un espace vide, à moins de s'écarter des résultats de l'expérience, on ne peut y concevoir que du calorique en mouvement, que du calorique que les corps s'envoient mutuellement ; tout comme dans un espace vide éclairé par une bougie, on ne conçoit d'autre lumière que celle qui le traverse instantanément.

D'ailleurs, lorsqu'un corps échauffé est plongé dans un espace vide, le calorique prend à l'instant, dans cet espace, le *maximum* d'intensité qu'il doit avoir ; résul-

tat qui exige que le vide n'ait besoin que d'une quantité de chaleur infiniment petite pour se mettre en équilibre avec le corps.

Ainsi, il doit paraître évident que le vide ne contient d'autre chaleur que celle qui le traverse instantanément sous la forme de chaleur rayonnante, et que la quantité en est infiniment petite et ne peut être appréciée par les instrumens.

L'expérience qui a paru la plus propre à faire admettre du calorique dans un espace vide, savoir : celle dans laquelle on fait communiquer ensemble deux espaces égaux, dont l'un est vide et l'autre plein d'air, ne conduit pas nécessairement à cette conclusion. J'en ferai l'objet d'une note particulière.

Analyse *du Sulfate de magnésie.*

Par M. Gay-Lussac.

Le Dr Wollaston, dans son *Mémoire sur les Equivalens chimiques*, avait fixé, d'après les expériences du Dr Henry, le nombre équivalent, ou le poids de l'atome de la magnésie à 24,6, et la quantité d'eau contenue dans le sulfate de magnésie cristallisé à 51,527 pour cent ou à 7 atomes. Plus récemment, M. Berzelius a admis, dans son important ouvrage *sur la théorie des proportions chimiques*, que le sulfate de magnésie renfermait seulement 42,54 pour cent d'eau, et que le nombre équivalent de la magnésie était 25,836. Enfin, d'après l'analyse que M. Longchamp a donnée du sul-

fate de magnésie (*Ann. de Ch. et de Phys.* XII. 255), ce sel est composé de :

Eau,	53,000 ;
Magnésie,	13,249 ;
Acide sulfurique,	33,751.

Et le nombre équivalent qu'on en déduit pour la magnésie est de 19,718.

M. Longchamp a de plus trouvé que la magnésie précipitée du sulfate par la potasse retient plus de 20 pour cent d'eau, après avoir été calcinée à blanc, et qu'on doit par conséquent la considérer comme un hydrate.

La discordance qui existe dans ces divers résultats diminuant beaucoup la confiance qu'on doit leur accorder, j'ai soumis le sulfate de magnésie à une nouvelle analyse.

Ce sel, à la dose d'environ 10 grammes, calciné dans un creuset de platine, à la chaleur du rouge cerise, a perdu, pour cent, dans trois expériences successives :

	51,431 ;
	51,470 ;
	51,414.
Moyenne,	51,430.

Ce résultat diffère très-peu de celui du Dr Henry, 51,527, et je suis porté à le regarder comme très-près de la vérité. Le sulfate de magnésie serait, d'après cela, composé de :

Sulfate anhydre,	48,57 ;
Eau,	51,43.
	100,00.

Je dois faire remarquer que lorsqu'on calcine le sulfate de magnésie au rouge cerise, il y en a toujours une petite quantité de décomposé, et qui donne naissance à des flocons de magnésie qu'on aperçoit dans la dissolution du sulfate après sa calcination. En négligeant cette petite quantité de magnésie, on commettrait une erreur sensible, à cause de sa grande capacité de saturation; et on doit, comme je l'ai fait, évaluer la quantité d'acide sulfurique nécessaire à sa saturation. Les résultats précédens sont corrigés de cette cause d'erreur.

Pour connaître la quantité d'acide sulfurique contenue dans le sulfate de magnésie cristallisé, j'en ai décomposé 16g,205 par le chlorure de barium, et j'ai obtenu 15g,345 de sulfate de baryte dans lesquels, d'après l'analyse de M. Berzelius, il y a 5g,2743 d'acide sulfurique. Le poids de la magnésie devant être égal à la différence entre le poids du sulfate de magnésie et ceux de l'eau et de l'acide sulfurique qu'il renferme, on a, pour la composition de ce sel :

Acide sulfurique,	5,2743;
Magnésie,	2,5965;
Eau,	8,3342;
	16,2050;

et pour le nombre équivalent de la magnésie, 24,6721.

Une opération semblable faite sur 19,395 de sulfate de magnésie a donné les résultats suivans :

Acide sulfurique,	6,30564;
Magnésie,	3,11451;
Eau,	9,97485;
	19,39500;

et pour le nombre équivalent de la magnésie 24,7537.

En prenant la moyenne de ce résultat et du précédent, on trouve 24,7129 pour le nombre équivalent de la magnésie.

Ainsi, le nombre équivalent du sulfate de magnésie anhydre est de 74,8294, et le sulfate cristallisé est composé de :

Sulfate,	74,8294 ;
Eau,	79,2360.

Cette quantité d'eau, divisée par le nombre équivalent de l'eau que M. Berzelius a adopté, savoir : 11,2435, donne 7,0471 pour quotient ; mais en le divisant par 11,3265, qui est le nombre que l'on déduit des densités de l'hydrogène et de l'oxigène trouvées par MM. Biot et Arago, et de l'observation que j'avais faite avec M. de Humboldt que ces deux gaz se combinent dans le rapport de 2 à 1, on trouve 6,9956. Ainsi, d'après l'un ou l'autre de ces résultats, il est évident que le sulfate de magnésie cristallisé contient 7 proportions d'eau.

Pour vérifier cette analyse, j'ai cherché à évaluer directement la magnésie en décomposant son sulfate par la potasse. 18,197 de sulfate cristallisé ont produit 2,892 de magnésie calcinée au blanc. La quantité d'eau contenue dans ce sel étant, d'après ce qui précède, de 9,359, on trouve 5,946 pour l'acide sulfurique.

Le nombre équivalent qu'on déduit de ce résultat pour la magnésie est de 24,374 ; mais comme l'expérience n'a pas été répétée, et qu'il a fallu un très-grand

nombre de lavages pour purifier la magnésie, le premier résultat me paraît mériter la préférence (1).

Cette expérience prouve, au reste, manifestement que la magnésie calcinée au blanc n'est pas un hydrate, comme M. Longchamp l'a avancé. Il est probable que, dans ses expériences, le sulfate de baryte n'a pas été calciné suffisamment, et que c'est à cette cause que tient la différence de nos résultats.

Si l'on prenait la moyenne des nombres proportionnels obtenus pour la magnésie dans chacune des trois expériences que je viens de rapporter, on trouverait 24,60, qui est précisément le nombre que donne le Dr Wollaston, d'après les expériences du Dr Henry.

Programmes *des prix proposés au concours par l'Académie royale des Sciences, pour les années* 1821 *et* 1822.

Prix de Mathématiques.

L'Académie, considérant que plusieurs questions déjà proposées, notamment celle qui regarde les perturbations des planètes dans le cas où leurs orbites ont des excentricités et des inclinaisons considérables, n'ont pas encore été résolues; que d'ailleurs, dans l'état actuel de l'analyse, il ne paraît pas se présenter de question spéciale et importante qui lui donne l'espérance fondée d'en obtenir la solution dans l'intervalle fixé pour le

---

(1) En admettant 24,374, ainsi que le nombre équivalent de l'eau donné par M. Berzelius, le sulfate de magnésie serait composé de 51,184 d'eau et de 48,816 de sulfate anhydre.

concours, a jugé qu'il serait plus utile aux progrès de la science de ne point indiquer, cette année, de question particulière, mais de laisser aux concurrens une carrière plus étendue.

En conséquence, le prix de Mathématiques sera décerné au *meilleur ouvrage, ou Mémoire de Mathématiques pures ou appliquées, qui aura paru, ou qui aura été communiqué à l'Académie, dans l'espace de deux années qui sont accordées aux concurrens.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 francs. Il sera adjugé dans la séance publique du mois de mars 1822.

Le terme de rigueur pour l'envoi des ouvrages est le 1er janvier 1822.

Prix fondé par feu M. Alhumbert.

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs*, pour être employée aux progrès des sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts à distribuer alternativement, chaque année, un prix de cette valeur.

L'Académie propose le sujet suivant pour le concours de cette année :

Suivre le développement du Triton ou Salamandre aquatique dans ses différens degrés, depuis l'œuf jusqu'à l'animal parfait, et décrire les changemens qu'elle éprouve à l'intérieur, principalement sous le rapport de l'ostéogénie et de la distribution des vaisseaux.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 300 fr. Il sera adjugé dans la séance publique du mois de mars 1822.

Le terme de rigueur pour l'envoi des Mémoires et Dessins est le 1er janvier 1822.

Prix de Physiologie expérimentale, fondé par un anonyme.

Un anonyme ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner chaque année, et le Roi ayant autorisé cette fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818, l'Académie fait savoir qu'elle adjugera une médaille, de la valeur de *quatre cent quarante francs*, à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui lui aura été adressé d'ici au 1er janvier 1821, et qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Les auteurs qui croiraient pouvoir prétendre au prix sont invités à adresser leurs ouvrages, francs de port, au secrétariat de l'Académie, avant le 1er janvier 1821.

Ce terme est de rigueur.

Le prix sera adjugé dans la séance publique du mois de mars 1821.

Prix de Mécanique fondé par un anonyme.

Un anonyme ayant offert une rente de *cinq cents francs* sur l'Etat, pour la fondation d'un prix annuel que le Roi a autorisé par une ordonnance en date du 29 septembre 1819, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instrumens utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques, et des sciences pratiques et spéculatives.

Ce prix sera adjugé dans la séance publique du mois de mars 1821.

Le prix pourra être donné à toute machine qui sera venue à la connaissance de l'Académie avant la fermeture du concours, dans quelque pays qu'elle ait été inventée.

Les machines qui n'auraient pas été connues à temps de l'Académie seront prises en considération l'année suivante.

L'Académie invite les auteurs qui croiraient avoir des droits à ce prix à lui communiquer leurs inventions avant le 1er janvier 1821.

Ce terme est de rigueur.

Les Mémoires, machines, etc. devront être adressés, francs de port, au secrétariat de l'Institut, avant le terme prescrit, et porter chacun une épigraphe ou devise qui sera répétée, avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire. Cette dernière condition n'est de rigueur que pour le prix de mathématiques et pour celui de M. Alhumbert.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au concours ; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies s'ils en ont besoin.

L'Académie royale des Sciences rappelle qu'elle a publié, l'année dernière, un programme sur *la Maturation des fruits*, et sur une *Description comparative du cerveau dans les quatre classes d'animaux vertébrés, etc.* (Voyez *Ann.*, tome X, page 324.)

Ces deux prix seront adjugés dans la séance publique du mois de mars 1821.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 28 février 1820.

On dépose sur le bureau un Mémoire manuscrit intitulé : *Observations sur quelques parties de la mécanique des mouvemens progressifs de l'homme* ; par M. Chabrier.

M. Lepély envoie une *Méthode pour trouver la somme des termes d'une progression géométrique descendante.*

M. Cauchy lit un rapport sur un Mémoire de M. Fontoin *relatif aux puissances des polynomes.*

Ce Mémoire, fruit d'un travail immense (il se compose de 3 vol. in-fol.), ne présente pas de résultat nouveau sous le rapport de la science ; la Commission engage l'auteur à appliquer sa patience, son zèle et ses connaissances à des questions plus utiles.

M. Jussieu fait un rapport sur le Mémoire présenté par M. Richard fils, dans la dernière séance. Les conclusions sont : « que cette monographie (de l'hydrocotyle), » rédigée avec soin, mérite d'être approuvée par l'Aca- » démie, et imprimée dans le *Recueil des Savans* » *étrangers.* »

M. Jaumes-Saint-Hilaire lit des *Observations sur les espèces et les genres des blés.*

M. Féburier lit un Mémoire *sur l'Incision annulaire.*

Des Commissions prises dans la Section de Botanique rendront compte de ces deux Mémoires.

On nomme au scrutin les commissaires qui doivent adjuger la médaille de Lalande.

Séance du lundi 6 *mars.*

M. Millot demande à l'Académie de prononcer sur un différend relatif à un procédé de teinture. Il lui sera répondu que c'est aux tribunaux à nommer des arbitres.

D'après la proposition des commissaires chargés de décerner le prix de mathématiques sur le théorême de Fermat, l'Académie arrête que ce prix ne sera point donné, et que la question est retirée du concours.

Les billets cachetés qui accompagnaient les deux pièces sur la théorie de la lune couronnées par l'Académie, ayant été ouverts, on a appris que la première de ces pièces est de M. Damoiseau, chef de bataillon d'artillerie, et que les auteurs de la seconde sont M. Plana, de Turin, et M. Carlini, de Milan.

La Commission chargée de proposer un sujet pour le prix de mathématiques fait son rapport. (*Voyez*, plus bas, les programmes.)

L'Académie décide au scrutin qu'il y a lieu à remplacer M. le baron de Beauvois, mort depuis peu de temps.

M. Duméril, au nom d'une Commission, lit un rapport sur un Mémoire de M. le Dr Sarlandière *relatif à la circulation du sang.*

Il ne paraît pas, d'après l'opinion des commissaires, que l'auteur du Mémoire ait entièrement dissipé les nuages dont cette question délicate est encore enveloppée.

La Commission chargée de décerner le prix de physiologie fait son rapport. (*Voyez* plus bas.)

M. Cauchy fait un rapport sur une *Note* de M. Lepely *relative à la sommation des progressions descendantes.*

On trouve, dans la Note de M. Lepely, cette proposition curieuse que d'ailleurs on peut démontrer immédiatement par une simple comparaison de triangles, que si trois côtés d'un trapèze étant égaux entre eux et plus petits que le quatrième, l'on prolonge les deux côtés non parallèles jusqu'à leur rencontre mutuelle, les longueurs comprises sur ces côtés entre le point de rencontre dont il s'agit et la base du trapèze, seront numériquement égales à la somme de la progression géométrique descendante qui aurait pour raison le rapport entre les deux côtés parallèles, et pour terme le plus petit de ces côtés.

M. Alexandre Surum adresse à l'Académie un ouvrage intitulé : *Plan d'une histoire de la vie.*

M. Latreille, au nom d'une Commission, fait un rapport extrêmement étendu sur le travail de M. Savigny *relatif aux annelides.*

D'après la décision de l'Académie, ce rapport, dans lequel on rend le compte le plus favorable du travail de M. Savigny, sera imprimé.

Séance du lundi 13 *mars.*

Le Ministre des Affaires étrangères transmet un Mémoire qui contient une *nouvelle méthode pour trouver la surface d'une figure quelconque d'après la nature du périmètre.*

M. Poiret soumet à l'Académie le manuscrit du second volume de ses *Leçons de Flore.*

M. Poisson lit un Mémoire *sur l'Avantage du banquier au jeu de Trente et Quarante.* (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Percy présente à l'Académie le modèle en plâtre d'un bras où il s'était manifesté un *éléphantiasis* singulièrement remarquable, dont le malade est mort à vingt-deux ans, vingt-deux jours après l'amputation; il n'avait été que dix-huit mois sans travailler. Le poids du bras était de 27 kil.

Un membre de la Commission de Statistique, M. Maurice, annonce qu'aucun des ouvrages présentés n'a mérité le prix; il est réservé pour l'année prochaine.

M. de Humboldt lit un Mémoire *sur les Causes de l'accroissement nocturne du son.* (*Voyez* le précédent Cahier.)

M. Prospero Negli adresse des *Remarques sur la Note XIIIe de la résolution des équations numériques de Lagrange.*

M. Nicollet lit un supplément au Mémoire qu'il avait précédemment présenté *sur la libration de la lune.*

Au nom d'une Commission, M. Duméril lit un rapport sur le Mémoire que M. Devèze avait présenté à l'Académie, et où il discute cette importante question : *La fièvre jaune est-elle contagieuse?*

M. Devèze pense que la fièvre jaune n'est pas *contagieuse*, et que son développement et sa propagation sont le résultat d'une *infection.*

« L'*infection*, suivant ce médecin, est un mode mor-
» bifique par lequel un centre de putréfaction donne à
» un individu soumis à son influence la prédisposition
» à contracter une maladie d'une nature particulière,
» ou bien occasione la détermination de cette maladie
» quand l'individu y est déjà prédisposé. Les maladies
» par infection auraient pour caractères constans de

» prendre leur origine dans tous les lieux soumis à
» l'influence d'un centre de putréfaction, et jamais hors
» de ces lieux; de pouvoir attaquer un grand nombre
» de personnes en même temps, sans qu'elles aient eu
» aucune communication entre elles, etc. La *conta-*
» *gion,* au contraire, est un mode de maladie par le-
» quel un individu atteint d'une affection morbifique
» la communique à un autre, au moyen d'un virus at-
» taché au corps solide ou suspendu dans l'atmo-
» sphère. »

Voici les faits sur lesquels M. Devèze fonde son opinion :

1°. Dans tous les pays où la fièvre jaune règne habituellement, il est des lieux où elle ne se développe jamais que sur des personnes qui en ont apporté le germe du foyer d'infection.

2°. Sous les climats tempérés, la maladie ne se répand pas dans les campagnes; les quartiers élevés des villes en sont souvent exempts, lorsque ce fléau ravage les lieux bas et humides.

3°. Dans les hôpitaux bien situés, la fièvre jaune ne se montre que sur les individus qui en étaient affectés lorsqu'ils y sont entrés.

4°. Dix-huit individus allèrent mourir à Alcala delos Panderos de la fièvre jaune qu'ils avaient contractée à Séville. Aucun habitant d'Alcala n'en fut attaqué.

5°. Enfin, jamais, suivant l'auteur, on n'a pu inoculer ou produire volontairement la fièvre jaune.

Le Mémoire de M. Devèze sera envoyé au Gouvernement.

M. Becquerel dépose un Mémoire *sur l'Electricité.*

M. Deslonchamps lit un Mémoire *de Botanique* qui est renvoyé à l'examen de plusieurs commissaires.

Séance du lundi 20 mars.

L'Académie reçoit un écrit de M. Maurice Audouin *sur la Formation des fermes expérimentales*, et un Mémoire de M. Pottié *sur les Moyens de relever les navires submergés.*

M. Duméril, au nom d'une Commission, fait un rapport sur un Mémoire de M. Audouin *relatif à l'Organisation des insectes.*

M. Audouin établit comme une règle qu'il existe dans le tronc d'un insecte un même nombre de pièces, et que les mêmes organes entrent dans leur composition ; que toutes les différences, même les plus anomales, sont toujours dues au développement plus ou moins grand de certaines de ces pièces ; et il applique ce principe à tous les animaux invertébrés à tronc articulé, par conséquent aux arachnides et aux crustacés à dix pattes. Les commissaires (MM. Lacépède, Cuvier, Bosc et Duméril) regardent que ces propositions sont loin d'être démontrées ; ils ont toutefois reconnu, dans le Mémoire de M. Audouin, des connaissances exactes et un vrai talent.

M. Becquerel lit le Mémoire qu'il avait déposé dans la dernière séance, *sur l'Electricité.* (Nous le ferons connaître.)

Séance publique du lundi 27 mars.

Ordre des lectures.

1°. Annonce des prix décernés, et programmes des nouveaux sujets de prix.

2°. Discours sur les Progrès des sciences et des arts de la marine, depuis la paix; par M. Dupin.

3°. De l'Influence des agens physiques et moraux sur le courage, notice médicale et anecdotique; par M. le baron Percy.

4°. Eloge historique de M. Palissot, baron de Beauvois; par M. le baron Cuvier, secrétaire-perpétuel.

L'Académie avait, pour la seconde fois, proposé, dans la séance publique du 16 mars 1818, pour le sujet du prix de mathématiques qu'elle devait adjuger dans cette séance, le Théorême de Fermat, savoir : *que, passé le second degré, il n'existe aucune puissance qui puisse se partager en deux autres puissances du même degré.*

Les Mémoires envoyés n'ayant pas rempli les conditions du programme, l'Académie retire ce sujet du concours; elle a arrêté que la somme qui était destinée à ce prix sera reportée sur la question des tables de la lune, pour laquelle elle a reçu deux pièces singulièrement intéressantes.

L'Académie avait proposé, dans la séance publique du 16 mars 1818, pour sujet du prix de mathématiques qu'elle devait proclamer dans cette séance, la question suivante :

Former, par la seule théorie de la pesanteur universelle, et en n'empruntant des observations que les élémens arbitraires, des tables du mouvement de la lune aussi précises que nos meilleures tables actuelles.

L'Académie a décerné un prix de 3000 fr. à chacun des deux Mémoires qu'elle a reçus pour ce concours.

Le premier, enregistré sous le n° 1, porte pour épigraphe :

Astre bizarre et irrégulier qui ne marche qu'en dévoilant des inégalités différentes et accumulées, et qu'on ne peut saisir comme le Protée de la fable, qu'en épuisant la variété de ses formes successives.

L'auteur est M. Damoiseau.

Le second Mémoire, enregistré n° 2, a pour épigraphe :

Malè loquuntur, qui methodum aliquam aliâ magis minùsve exactam pronunciant. Ea enim sola methodus problema soluisse censeri potest, per quam quemvis præcisionis gradum attingere saltem in potestate est.

Gauss. *Theoria motûs corporum cœlestium*, pag. 167.

Les auteurs sont MM. Carlini et Plana.

Prix de Physiologie expérimentale, fondé par un anonyme.

Un anonyme ayant offert une somme à l'Académie, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de physiologie expérimentale, à décerner chaque année à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale, le Roi a autorisé cette fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818.

Parmi les ouvrages envoyés au concours, l'Académie a considéré comme devant être mis au premier rang, chacun dans leur genre :

Le Mémoire de M. Serre *sur les lois de l'ostéogénie ;*

Et celui de M. Edwards *sur l'influence des agens physiques sur les animaux vertébrés.*

Ces deux ouvrages étant trop peu comparables pour

que l'on puisse leur assigner un rang entre eux, l'Académie a cru devoir les couronner tous les deux, en faisant la dépense d'un second prix.

Elle a décerné l'accessit au Mémoire de MM. Breschet et Villerme *sur les phénomènes du cal;* et accordé une mention honorable, comme encouragement, aux essais de M. Isidore Bourdon, *sur le mécanisme de la respiration.*

Prix de Statistique, fondé par un anonyme.

Un anonyme ayant légué une somme de *sept mille francs*, pour être placée en rente sur l'Etat, au profit de l'Académie des Sciences, et employée en une médaille d'or équivalente à la somme de *cinq cent trente francs*, produit de la rente; le Roi ayant autorisé l'Académie, par une ordonnance en date du 22 octobre 1817, à distribuer annuellement un prix de cette valeur à l'ouvrage publié chaque année, et qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles à la statistique de la France.

Les ouvrages envoyés cette année pour concourir au prix de statistique n'ont point paru à l'Académie devoir mériter le prix; mais quel qu'ait été à ses yeux le mérite des travaux des deux principaux concurrens, pour approfondir certains points qui semblent leur être plus familiers, l'Académie n'a pu se dissimuler les défauts de l'ensemble de leur travail, ni regarder comme dignes d'une couronne des productions incomplètes, où l'on pouvait remarquer d'assez graves inexactitudes.

Il est sans doute d'une haute importance d'encourager

par des récompenses, auxquelles, à juste titre, l'opinion attache un grand prix, des recherches éminemment utiles, et dont parmi nous un généreux anonyme est maintenant le seul promoteur public; il est bien vrai que, dans ce genre de travaux, la perfection est comme impossible à atteindre, et qu'on trouve souvent, même dans les plus médiocres, des documens et des faits jusqu'alors inconnus, ou moins bien observés; on ne contestera point l'inconvénient de rebuter dès l'ouverture d'une sorte de carrière si nouvelle encore en France, certains observateurs capables de bien voir au moins ce qui les entoure, en paraissant placer le but à une hauteur qu'ils ne sauraient atteindre, et en arrêtant ainsi l'essor qu'ils auraient pris; on conviendra enfin que, placés comme nous sommes, il faut peut-être moins exiger du présent, pour obtenir plus de l'avenir. Mais, sans renoncer à l'indulgence que doivent inspirer ces réflexions, on ne perdra pas de vue non plus le danger de n'arrêter ses regards, dans les ouvrages soumis au concours, que sur les parties plus ou moins dignes d'éloges, en les détournant de celles qui renfermeraient des erreurs de quelque importance.

Une compagnie savante ne doit point s'exposer à voir ses jugemens infirmés par l'opinion; or, comment empêcher qu'une partie du public, s'attachant plutôt à remarquer ce qu'aurait de vicieux un ouvrage couronné dont la publication ne saurait être prévenue, ne mît pas beaucoup de soin à discerner équitablement ce qui aurait déterminé les suffrages académiques? Et, sous un autre point de vue, comment faire pour que, séduits par l'apparente facilité d'obtenir ces suffrages, les concurrens à venir ne prennent pas une fausse route? N'est-il pas évi-

dent, au contraire, qu'un encouragement accordé dans les vues les plus sages, mais avec trop peu de prudence, pourrait faire pulluler les productions les moins dignes d'estime? Déterminée par ces dernières considérations, l'Académie remet le prix, et le fonds sera tenu en réserve pour être joint à celui de l'année prochaine. Elle a cependant arrêté qu'il serait fait une mention honorable des noms de M. Gondinet, sous-préfet à Saint-Yrieix, département de la Haute-Vienne, qui a envoyé une statistique manuscrite et assez étendue de cet arrondissement; et de M. Rouget, auteur d'un ouvrage imprimé sur la statistique de la ville et du canton du Vigan, département du Gard.

Médaille astronomique, fondée par M. de Lalande.

Deux pièces ont concouru pour ce prix.

La première offrait un grand travail sur la *libration de la lune.* L'auteur, M. Nicollet, astronome attaché à l'Observatoire de Paris, ayant calculé les observations de MM. Bouvard et Arago, y avait ajouté trente observations faites par lui-même, et qui ont confirmé les conséquences qui se tiraient des premières.

La seconde offrait les calculs et les résultats de M. Encke, directeur-adjoint de l'Observatoire de Gotha, qui était parvenu à représenter avec une exactitude remarquable, et par une ellipse unique, les quatre apparitions de la comète observée en 1786, 1795, 1805 et 1819.

Les géomètres ont vu avec intérêt, dans la pièce de M. Nicollet, des calculs propres à jeter quelque jour sur un point curieux et obscur de la physique céleste.

Les astronomes insistaient particulièrement sur le mérite d'un travail qui leur faisait connaître une chose tout-à-fait nouvelle, une comète dont la révolution n'est que de 1205 jours, et dont ils peuvent se flatter d'observer plusieurs retours. Cette comète est faible, difficile à voir; elle peut passer, et elle a réellement passé nombre de fois sans être aperçue. L'ellipse de M. Encke facilitera leurs recherches, en leur indiquant d'une manière précise l'endroit du ciel où ils pourront la trouver à chaque révolution.

L'Académie a partagé le prix également entre les deux ouvrages.

Mémoire *sur un Pêcher provenant d'une amande; suivi de quelques observations sur l'origine du pêcher.*

Par Thomas Andrew Knight (1).

(Traduit des *Transactions of the Horticultural Society of London.*)

Je prends la liberté d'envoyer à la Société deux pêches d'une nouvelle variété : ce n'est pas que je les suppose douées de quelque mérite particulier; mais leur origine

---

(1) M. Thomas Andrew Knight est connu des botanistes par un grand nombre de recherches intéressantes sur la physiologie végétale; il est membre de la Société royale de Londres, de la Société linnéene, et président de l'*Horticultural Society of London.* Nous ne prétendons pas induire de ces titres, qu'on doit admettre aveuglément tout ce que publiera

est singulière, car elles proviennent d'un arbre que j'ai obtenu en semant une amande douce, et seulement du pollen d'une pêche. L'arbre donna six pêches, outre celles que je vous adresse ; trois s'ouvrirent comme des amandes, en mûrissant ; les autres conservèrent toujours la forme et les caractères des pêches : la chair des six était parfaitement douce et fondante. L'une d'entre elles avait un volume supérieur à celui de la plus grosse que vous recevrez : son contour était de 8 pouces. L'arbre a cru dans un vase qui contenait à peine un pied carré de terre ; ayant remarqué d'ailleurs, dans toutes mes expériences, que les premiers fruits que donnent les jeunes arbres sont beaucoup plus petits que ceux dont se composent les récoltes suivantes ; j'imagine que les fruits de cette variété que j'obtiendrai à l'avenir surpasseront beaucoup en grosseur ceux que vous avez sous les yeux.

Les caractères généraux des fruits que je vous adresse, et la petitesse du noyau comparé à celui de l'amande, feront probablement craindre à la Société qu'il ne se soit glissé quelque erreur dans l'expérience ; mais je puis vous assurer qu'aucune erreur n'a pu avoir lieu, et que le résultat m'a singulièrement étonné moi-même. Je n'avais, en effet, aucun espoir qu'un arbre produisant

---

M. Knight, surtout quand il arrivera à des résultats aussi extraordinaires que celui qui fait l'objet du présent Mémoire ; mais on nous accordera du moins que l'autorité d'un savant aussi distingué peut motiver quelques doutes, et qu'une expérience qui vient d'une semblable source mérite vérification.

(R.)

des pêches fondantes pourrait tirer immédiatement son origine d'une amande. Toutefois, j'avais depuis longtemps pensé que l'amandier et le pêcher ne constituent qu'une seule espèce, et qu'un amandier, par une culture convenable, pouvait, après un grand nombre de générations, devenir un pêcher.

Plusieurs circonstances de l'histoire du pêcher me paraissaient favoriser ces idées. Cet arbre ne semble avoir été connu en Europe que sous le règne de l'empereur Claudius, et le plus ancien auteur qui en parle est, je crois, Columelle. Pline est le premier qui en ait donné une description exacte; il pense qu'il est venu de Perse en Italie, par l'Egypte et par Rhodes : c'est dans la première de ces contrées, suivant l'opinion généralement admise, que cet arbre a d'abord été cultivé. Il paraît cependant difficile de concevoir que le pêcher ait existé en Perse, quelques centaines d'années avant sa première apparition en Europe; car alors les Grecs, qui avaient avec cette contrée de si fréquentes relations, l'auraient indubitablement connu; ajoutons que les rois de Perse attiraient presque toujours des médecins grecs auprès d'eux, et que ceux-ci avaient dû faire une étude spéciale de la botanique. Les *tuberes* de Pline paraissent avoir été quelque chose d'intermédiaire entre l'amande et la pêche, puisque, suivant cet écrivain, l'arbre qui rapportait ce fruit avait été propagé en le greffant sur des tiges de prunier, qu'il fleurissait plus tôt que l'abricotier, et que le fruit, en cela semblable au coing, était couvert d'un épais duvet.

J'imagine donc que les *tuberes* étaient de grosses amandes ou des pêches imparfaites (car ces fruits parais-

saient très-peu estimés) ; Duhamel a parlé, dans ses ouvrages, d'un fruit que produisent quelquefois certaines variétés d'amandiers, et auquel la description précédente convient parfaitement : ce fruit est très-âpre et ne peut pas se manger cru.

L'âpreté du fruit, dans cette circonstance, provenait, je suppose, de la présence d'un peu d'acide prussique ; et comme cet acide produit souvent de fort mauvais effets, on peut expliquer par là l'opinion qui se répandit assez généralement dans l'empire romain quand la pêche y fut apportée pour la première fois de Perse, sur les qualités délétères de ce fruit.

Le fait de l'identité des amandes et des pêches, si jamais il est établi d'une manière incontestable, n'aura, je pense, d'autre utilité que de montrer combien sont grands les changemens que la culture peut apporter dans la forme et dans la qualité des fruits. Quant à moi, j'avais fait l'expérience qui a donné lieu à ce Mémoire, uniquement dans la vue de m'assurer de l'identité spécifique, ou de la diversité du pêcher et de l'amandier ; j'attendais le résultat, quel qu'il dût être, avec une parfaite indifférence. Toutefois, comme le bois de l'amandier se forme plus tôt et plus complètement dans nos climats que celui du pêcher, et que ses fleurs résistent mieux, je ne suis pas sans espoir, d'après les observations que j'ai faites sur les habitudes de mes jeunes plantes, que plusieurs bonnes variétés de pêches pourront être obtenues d'une amande après la seconde ou la troisième génération. Je n'ai vu jusqu'ici que le fruit d'un seul de mes petits arbres, et il ne paraît pas promettre beaucoup ; mais j'en ai d'autres qui fleuriront la saison prochaine :

un d'entre eux provient de *the early violet nectarine*, comme son parent mâle; il présente un beau feuillage large, une écorce pourpre, et tous les caractères d'un pêcher de la meilleure espèce; je me flatte donc de pouvoir vous envoyer, la saison prochaine, des fruits de meilleure qualité.

*Note du Secrétaire de l'*Horticultural Society.

La forme des deux pêches dont il est question dans ce Mémoire était celle qu'a ordinairement ce fruit; la plus grosse avait sept pouces de circonférence; la peau, recouverte d'un duvet assez épais, présentait une teinte d'un jaune délicat; mais, du côté que le soleil avait frappé, on voyait des taches rouges marbrées. La couleur de la chair était celle d'un citron pâle; autour du noyau, elle était rouge carmin très-brillant : le fruit parut doux, fondant et très-juteux; mais il avait peu de saveur. Il est vrai qu'il avait souffert dans le transport. Le noyau nous sembla gros, eu égard aux dimensions de la pêche; il était à-peu-près rond, assez raboteux, et avait une petite pointe à l'un de ses bouts. On remarquait tout autour, à sa surface, une assez grande quantité de cette farine qu'on aperçoit sur les amandes fraîches. Le noyau se séparait aisément de la chair : très-peu de filamens lui restaient adhérens.

Sur *un Moyen de faire du papier-ivoire à l'usage des peintres* (1).

Par M. Einsle.

(Traduit des *Transactions of the Society for the encouragement of arts, manufactures and commerce for* 1819.)

Les propriétés de l'ivoire qui rendent cette substance si précieuse pour les peintres et autres artistes sont : la douceur et la finesse de son grain, la facilité qu'on a d'enlever, à l'aide d'un pinceau humide, toutes les couleurs à l'eau déposées sur sa surface, et de racler avec la pointe d'un canif ou tout autre instrument pareil là où on le juge nécessaire.

Malheureusement l'ivoire est d'un prix très-élevé, et l'on ne peut pas s'en procurer des lames d'une certaine grandeur ; ajoutons que le grain est d'autant plus gros que l'ivoire a de plus fortes dimensions ; que s'il est très-mince, il se courbe dans les changemens de temps, et enfin, que l'huile qu'il renferme le jaunit par une longue exposition à la lumière.

M. Einsle a présenté au Comité de la Société plusieurs échantillons de son papier-ivoire qui avaient un huitième de pouce d'épaisseur, et surpassaient en superficie les plus larges lames d'ivoire connues ; leur surface était dure et parfaitement unie. D'après les essais faits par divers artistes, membres de cette Société, il paraît que le lavage enlève les couleurs sur ce papier plus complètement encore que sur l'ivoire ; et que l'opération peut

(1) Ce Mémoire a reçu un prix de 30 guinées de la Société d'Encouragement de Londres.

être répétée trois ou quatre fois dans les mêmes points, sans que pour cela le grain du papier soit usé : on s'est aussi servi avec précaution de la pointe d'un canif pour gratter, et la surface n'a pas été sensiblement altérée.

Des lignes tracées sur cette espèce de papier avec un crayon dur de mine de plomb se laissent tout aussi facilement effacer que sur le papier ordinaire ; on pourra donc s'en servir avec avantage pour y dessiner des figures et des objets très-fins.

Un peintre en miniature d'une grande réputation a affirmé que s'étant servi souvent du papier-ivoire, il l'avait trouvé supérieur à l'ivoire lui-même, tant à cause de sa grande blancheur que par la facilité avec laquelle il reçoit les couleurs. Il ajoute avoir remarqué que les nuances sur l'ivoire sont souvent altérées par la transsudation de l'huile que cette substance renferme ; il est inutile d'ajouter que le papier en question n'a aucun défaut semblable.

Quelques marchands des plus accrédités ont assuré que des échantillons de papier-ivoire ont été conservés long-temps dans leurs magasins sans que la blancheur primitive ait éprouvé la moindre altération.

Les précieuses propriétés du papier-ivoire ayant été ainsi établies d'une manière satisfaisante, on indiqua à M. Einsle le jour où il pourrait faire connaître son procédé, et fabriquer quelques feuilles en présence d'un comité choisi à cet effet. M. Einsle se rendit à cette invitation, et donna de plus par écrit la description de sa méthode ; voici en quoi elle consiste :

Prenez un quart de livre de rognures de bon parchemin, et mettez-la dans une terrine de *deux quarts* (*two-*

quart pan) que vous remplirez ensuite d'eau ; faites bouillir lentement pendant quatre ou cinq heures, en ayant l'attention de remplacer de temps en temps l'eau qui se sera évaporée. Passez la liqueur à travers un linge pour la séparer de la lie épaisse que le vase renferme alors : cette liqueur refroidie formera une forte gelée que nous appellerons *la colle* n° 1.

Prenez les restes de la précédente opération, et faites-les bouillir de nouveau dans la même terrine pendant quatre ou cinq heures ; passez encore la liqueur à travers un linge : vous aurez la colle n° 2.

Prenez trois feuilles de papier à écrire ; mouillez-les des deux côtés avec une éponge douce trempée dans l'eau, et collez les trois feuilles ensemble avec le n° 2. Pendant qu'elles sont encore humides, étendez-les sur une table, et appliquez dessus une ardoise à écrire un peu plus petite que le papier ; reployez les bords de celui-ci, attachez-les à l'ardoise avec de la colle, et laissez sécher graduellement. Mouillez ensuite de nouveau trois feuilles de papier semblables aux premières, que vous collerez successivement aux précédentes ; enlevez avec un canif les parties qui dépassent l'ardoise. Quand le tout sera parfaitement sec, vous envelopperez une petite lame d'ardoise avec un papier grossier, et vous frotterez les feuilles qui recouvrent la grande ardoise, jusqu'à ce que la surface supérieure devienne douce et unie : alors vous collerez dessus une feuille de papier belle et exempte de taches ; avec un canif vous enlèverez encore les parties excédantes, et après cela, vous frotterez de nouveau, mais en vous servant cette fois d'une feuille de papier fin (*fine-glass paper*) ; ce qui donnera une sur-

face parfaitement unie. Arrivé à ce point, on prend une demi-pinte de la colle n° 1 ; on la fait fondre à une chaleur douce, et on y verse trois cuillerées à bouche de plâtre fin de Paris : quand le mélange est bien fait, on le répand sur le papier, et à l'aide d'une éponge douce et humide, on l'étend aussi également que possible. Laissez ensuite sécher le tout lentement, et frottez de nouveau avec un papier fin. Prenez enfin quelques cuillerées de la colle n° 1, et ajoutez-y les trois quarts en eau pure ; mélangez le tout à une chaleur douce ; laissez refroidir, et quand le liquide aura pris une consistance semi-gélatineuse, répandez-en un tiers sur le papier, et étendez avec une éponge. Ne versez le second tiers qu'après que le précédent se sera séché, et de même pour le troisième ; enfin, quand ce dernier se sera séché à son tour, vous frotterez légèrement la surface avec une feuille de papier très-fin, et l'opération sera terminée : vous détacherez le tout de l'ardoise, et le papier pourra être immédiatement employé.

Les proportions des ingrédiens indiquées ci-dessus suffisent pour une feuille de papier de $17\frac{1}{2}$ pouces sur $15\frac{1}{2}$ pouces.

Le plâtre de Paris donne une surface parfaitement blanche ; l'oxide de zinc mêlé au plâtre dans la proportion de quatre parties du premier sur trois du second, produit exactement la teinte de l'ivoire ; enfin, la nuance qui résulte de l'emploi du carbonate de baryte précipité de ses dissolutions, est intermédiaire entre les deux précédentes.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Mars* 1820.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	748,44	+ 4,3	83	748,40	+ 6,0	92	748,30	+ 7,3	65	748,10	+ 4,5	80	+ 7,3	+ 2,7	Pluie fine, brouillard.	O.
2	733,08	+ 5,0	92	734,06	+ 4,8	55	735,04	+ 3,8	48	738,17	+ 1,4	55	+ 4,8	+ 1,4	Nuageux.	N. O.
3	746,44	+ 0,2	74	747,12	+ 2,2	64	748,34	— 1,0	95	751,32	— 1,5	60	+ 2,3	— 1,6	Quelques éclaircies.	N. très fort.
4	753,97	+ 0,8	50	754,09	+ 2,0	43	753,73	+ 2,8	39	754,88	— 0,8	63	+ 2,8	— 1,9	Nuageux.	N. fort.
5	757,08	— 1,4	65	757,44	— 0,2	55	757,64	— 0,9	55	759,06	— 3,2	49	+ 0,3	— 3,8	Nnuageux.	N. fort.
6	758,75	— 3,9	49	758,43	— 2,8	50	757,54	— 0,9	50	759,32	— 1,5	67	+ 0,9	— 5,5	Nuageux.	N. E. fort.
7	760,56	— 2,2	70	760,55	— 1,8	70	760,15	— 0,9	65	761,06	— 3,2	78	+ 0,9	— 4,2	Couvert.	N. N. E.
8	763,40	— 0,8	80	763,58	+ 2,5	64	763,44	+ 2,5	60	764,54	— 1,3	80	+ 2,5	— 2,0	Quelques éclair., br	N. E.
9	764,40	+ 0,2	84	763,66	+ 2,5	60	761,94	+ 2,1	60	760,34	— 1,2	85	+ 2,5	— 5,4	Très-nuageux.	E.
10	755,14	+ 1,0	77	753,70	+ 5,2	61	752,00	+ 5,3	59	751,30	— 0,0	85	+ 5,3	— 3,8	Nuageux.	S. E.
11	750,17	+ 3,4	80	748,83	+ 8,0	68	747,00	+ 8,8	40	746,24	+ 3,1	80	+ 8,8	— 2,3	Beau.	S. S. E
12	744,64	+ 3,2	83	744 04	+ 8,8	69	742,60	+ 9,2	75	745,53	+ 6,2	94	+ 9,3	— 0,9	Nuageux.	S. E.
13	751,40	+ 6,0	84	752,74	+10,3	47	753,62	+11,0	40	757,38	+ 5,0	90	+11,0	+ 2,5	Nuageux.	S. O.
14	763,97	+ 6,1	80	764,51	+11,8	63	764,57	+11,8	49	765,69	+ 8,2	72	+11,8	— 1,3	Nuageux.	S.
15	764,94	+ 9,8	97	763,73	+13,8	75	761,85	+13,5	66	762,93	+11,2	94	+13,8	+ 8,0	Couvert.	N. O.
16	765,30	+ 7,2	65	764,64	+ 9,0	52	763,76	+10,2	45	763,60	+ 7,0	68	+10,3	+ 4,5	Beau.	E. N. E.
17	763,73	+ 5,5	80	763,05	+ 7,6	57	762,00	+10,5	51	762,07	+ 7,2	86	+10,5	+ 1,9	Trouble et nuageux.	N. N. E.
18	764,04	+ 4,2	76	764,00	+ 5,9	51	763,38	+ 6,8	46	763,55	+ 5,0	65	+ 6,8	+ 2,8	Très-nuageux.	N.
19	762,10	+ 3,8	80	761,50	+ 5,8	49	760,07	+ 5,5	51	760,54	+ 3,6	65	+ 5,8	+ 0,5	Couvert.	N. E.
20	762,02	+ 4,8	62	761,97	+ 7,5	37	761,36	+ 8,8	38	762,80	+ 4,0	79	+ 8,8	+ 0,2	Légères vapeurs.	N. E.
21	762,52	+ 3,8	95	761,66	+ 7,5	70	760,50	+ 8,5	64	758,44	+ 5,8	68	+ 9,5	+ 2,2	Nuageux, brouill.	N. E.
22	753,44	+ 7,6	80	753,60	+ 7,8	88	753,34	+10,2	60	753,63	+ 5,0	88	+10,2	+ 4,2	Pluie fine, lég. brouil	O.
23	747,72	+ 9,2	75	745,76	+11,2	64	743,20	+10,2	77	742,40	+ 6,8	70	+10,3	+ 6,6	Couvert.	S. O. fort.
24	739,04	+ 5,6	86	737,60	+ 9,2	70	733,54	+ 9,0	84	726,32	+ 6,3	92	+ 9,3	+ 5,1	Couvert.	S. O.
25	733,46	+ 3,2	80	737,40	+ 4,8	65	741,58	+ 6,0	50	747,25	+ 2,0	71	+ 6,0	+ 1,0	Couvert.	N. N. O.
26	755,60	+ 4,9	68	755,97	+ 8,9	52	755,85	+10,1	44	755,70	+ 7,9	90	+10,1	+ 1,0	Nuageux.	N. O.
27	758,36	+11,1	80	758,40	+13,2	65	758,23	+12,1	62	758,82	+ 8,0	84	+13,2	+ 7,5	Couvert.	S. O.
28	760,72	+11,7	79	761,20	+16,2	60	761,10	+15,5	54	763,34	+ 9,8	90	+16,2	+ 4,0	Nuageux.	S. O.
29	762,90	+12,1	78	762,40	+16,1	61	761,00	+16,5	45	760,34	+10,8	66	+16,5	+ 4,2	Beau.	S.
30	758,12	+13,5	67	757,10	+18,2	51	755,80	+20,8	35	756,28	+13,8	46	+20,8	+ 5,5	Légers nuages.	S.
31	757,83	+11,5	77	757,53	+15,8	61	756,50	+17,5	50	753,09	+12,5	60	+17,5	+ 7,0	Vaporeux.	O.
1	754,13	+ 0,3	72	754,10	+ 2,0	61	753,81	+ 2,0	60	754,81	+ 0,7	70	+ 2,5	+ 2,4	Moyennes du 1 au 10	Pluie en centim.
2	758,93	+ 5,4	79	758,90	+ 8,9	57	758,02	+ 9,6	50	759,03	+ 6,1	79	+ 9,7	+ 1,6	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 2,958.
3	753,61	+ 8,5	79	753,51	+11,7	64	752,78	+12,4	57	752,78	+ 8,1	71	+12,7	+ 4,4	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 2,553.
	755,49	+ 4,9	77	755,44	+ 7,7	61	754,80	+ 8,1	55	755,45	+ 4,6	73	+ 8,4	+ 1,3	Moyennes du mois	+ 4,9.

Suite *des Observations sur les substances huileuses.*

Par M. Théodore de Saussure.

§ 9. *Combustion de l'essence de rose.*

Cette essence figée, que je désignerai sous le nom d'*essence commune de rose*, est un mélange de deux huiles, l'une *concrète*, et l'autre fluide à la température moyenne : on peut les séparer, ou en les lavant avec de l'alcool qui ne dissout presque pas l'huile concrète à une basse température, ou en les exprimant dans du papier qui se charge de l'huile fluide. Par ce dernier procédé, j'ai extrait de trois parties d'essence commune une partie d'essence concrète ; mais l'huile fluide qui peut dissoudre plus ou moins la précédente en a retenu une certaine quantité.

L'essence commune se fond entre le 29° et le 30° centig., et l'essence concrète entre le 33° et le 34°. Cette dernière cristallise par le refroidissement en lames brillantes, blanches, transparentes, qui ont la consistance de la cire d'abeilles.

La densité de l'essence commune fondue au 32° $\frac{1}{2}$ est 0,832 relativement à l'eau à 15°. Ce résultat donne à cette huile une plus grande légèreté qu'à toutes les huiles essentielles que j'ai examinées. Je n'ai pas calculé la densité de l'essence concrète en fusion, j'ai vu seulement qu'elle est plus légère que la précédente.

La force élastique de l'essence commune à 14° $\frac{1}{2}$ centig. est égale à deux millimètres de mercure. Celle de l'essence

concrète, dans les mêmes circonstances, n'est pas sensible, ou du moins elle n'excède pas un demi-millimètre.

1000 parties d'alcool (densité 0,806) ne dissolvent que 2 parties d'essence concrète à la température de 14°. La même quantité d'alcool dissout, dans ce cas, 7 parties et demie d'essence commune, ou 30 de cette dernière à 22° centig. L'essence fluide seule paraît être beaucoup plus soluble que la précédente.

46 milligrammes d'essence commune (1) ont consumé pour leur combustion 100,792 centim. c. de gaz oxigène, en formant 70,174 d'acide carbonique, et 0,321 d'azote contenu dans de l'ammoniaque; donc 100 d'essence commune contiennent en poids :

Carbone,	82,053	12,601 d'hydrog. en excès sur 4,472 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	13,124	
Oxigène,	3,949	
Azote,	0,874	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100:69,62.

53,5 milligrammes d'essence concrète ont consumé 128,866 centim. c. de gaz oxigène, en formant 86,291 d'acide carbonique; donc elle contient en poids :

Carbone,	86,743;
Hydrogène,	14,889.
	101,632.

(1) Cette essence, et surtout celle qui est concrète, brûle dans le gaz oxigène avec une sorte d'explosion que je n'ai observée à un si haut degré dans aucune autre huile.

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 67,07.

Le résultat le plus remarquable qu'offre cette analyse est de la rapprocher beaucoup de celle du gaz oléfiant; car il consume, sans contenir d'oxigène, 100 parties volume de ce gaz, en formant 66,67 de gaz acide carbonique. Comme la différence se confond avec les erreurs d'observation, il conviendrait de rechercher si l'essence concrète elle-même ne contient pas une autre espèce d'huile.

§ 10. *Combustion de la cire d'abeilles purifiée, fusible à 63° centig.*

La densité de cette cire figée est 0, 966;
fondue (1) à 81° 0, 834;
94° 0,8247;
relativement à l'eau à 15°.

Pour comparer les produits de l'essence concrète de rose avec ceux de la cire d'abeilles, par le même procédé, je donne les résultats que m'a fournis cette dernière, sans croire qu'ils doivent être préférés à ceux que MM. Gay-Lussac et Thenard (2) ont obtenus en la brû-

(1) La densité peut être en rapport jusqu'à un certain point avec la composition. L'état solide ou la cristallisation modifie d'une manière trop irrégulière cette densité pour qu'on puisse l'apprécier sous cette forme : c'est pour l'éviter, que j'ai réduit quelques substances concrètes à l'état liquide, en ayant égard à la dilatation du verre.

(2) Suivant ces chimistes, 100 de cire d'abeilles contiennent 81,79 de carbone, 12,67 d'hydrogène, 5,54 d'oxigène.

lant par le chlorate de potasse. Leur analyse se rapproche beaucoup de la mienne. J'ai trouvé que 44,5 milligrammes de cire blanche consument pour leur combustion 98,69 centim. c. de gaz oxigène, en formant 67,525 de gaz acide carbonique; donc 100 de cette cire contiennent :

Carbone,	81,607;
Hydrogène,	13,859,
Oxigène,	4,534.
	100.

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100:68,42 (1).

§ 11. *Combustion du blanc de baleine, fusible à 47° centig.*

Densité du blanc de baleine à		15°	0,943;
	fondu à	50°	0,8431;
		81°	0,8238;
		94°	0,8133;

relativement à l'eau à 15°.

(1) La cire pourrait être représentée par de l'oxigène et du gaz oléfiant; mais on peut se faire illusion sur ce mode de composition, parce que M. John dit qu'elle est formée de deux composés, différemment solubles dans l'alcool : ils m'ont paru très-difficiles à séparer. La cire subit par la distillation une beaucoup plus grande décomposition que le blanc de baleine et l'acide margarique.

42,5 milligrammes de blanc de baleine ont consumé 85 centim. c. de gaz oxigène, en formant 59,66 d'acide carbonique, et 0,12 d'azote contenu dans de l'ammoniaque ; donc 100 de blanc de baleine contiennent :

Carbone,	75,474	11,288 d'hydrog. en excès sur 12,884 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	12,795	
Oxigène,	11,377	
Azote,	0,354	
	100 (1).	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 70,18.

§ 12. *Combustion de l'acide margarique, fusible à 56° centig.*

Cette substance cristallisée qui ressemble extérieurement au blanc de baleine, et que je dois à la complaisance de M. Chevreul, a été découverte, comme l'on sait, par ce chimiste, en décomposant par l'acide muriatique la matière savonneuse nacrée qui se sépare du savon d'axonge lorsqu'on le fait dissoudre dans l'eau.

L'acide margarique paraît plus léger que l'eau, par l'air qui est interposé entre ses cristaux ; mais il tombe au fond de ce liquide, lorsqu'il y a été placé dans le

(1) M. Bérard a analysé cette substance par le peroxide de cuivre. (*Annales de Chimie et de Physique*, tome V.) Lorsqu'on applique à ses résultats mes données pour le poids des gaz, 100 de blanc de baleine doivent contenir, suivant ce chimiste, 80,75 de carbone, 11,8 d'hydrogène, 6,77 d'oxigène.

vide de la pompe pneumatique. Sa densité, dans l'état solide, est au moins 1,01; mais quand il est fondu à la température de 94°, sa densité est 0,854 relativement à l'eau à 15°.

44,5 milligrammes d'acide margarique ont consumé pour leur combustion 83,296 centim. c. de gaz oxigène, en formant 58,71 centim. c. d'acide carbonique et une trace d'azote; donc 100 en poids d'acide margarique contiennent :

Carbone,	70,95	10,46 d'hydrog. en excès sur 18,59 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	12,635	
Oxigène,	16,415	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 70,48.

§ 13. *Combustion de la poix résine purifiée.*

La poix résine du commerce n'est pas une substance homogène, puisqu'elle n'est que partiellement soluble dans l'alcool (1) ou dans le naphte; ce n'est qu'à la partie la plus soluble qu'on peut supposer quelque homogénéité. Après avoir fait macérer à froid de la poix résine du commerce dans une petite quantité de naphte pur, j'ai décanté la partie transparente de la solution. Elle a fourni, par son évaporation spontanée, un résidu d'un jaune pâle confusément cristallisé à sa surface. Il a conservé pendant plusieurs mois de la mollesse et de

(1) Tingry, *Traité sur les Vernis*, vol. I, p. 138.

la viscosité ; mais, par une longue exposition à l'air, il est devenu parfaitement sec, et susceptible d'être réduit en poudre. Il était un peu plus pesant que l'eau, et il se dissolvait à froid en toute proportion dans l'alcool (densité 0,84).

44 milligrammes de poix résine purifiée ont consumé pour leur combustion 81,506 centim. c. de gaz oxigène, en formant 63,326 d'acide carbonique et une trace d'azote contenu dans de l'ammoniaque.

Donc 100 de poix résine contiennent :

Carbone,	77,402	7,822 d'hydrog. en excès sur 14,776 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	9,551	
Oxigène,	13,047	
	100 (1).	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 77,7.

§ 14. *Combustion des cristaux de calcul biliaire* (fusibles à 137° centig., suivant M. Chevreul).

Ces cristaux ont été obtenus par le refroidissement de la solution du calcul dans l'alcool bouillant : ils sont plus pesans que l'eau.

51 milligrammes de cette matière lamelleuse et nacrée ont consumé pour leur combustion 110,7 centim. c. de gaz oxigène, en formant 79,722 de gaz acide carbonique ;

(1) MM. Gay-Lussac et Thenard ont trouvé que la résine de térébenthine du commerce contient 75,94 de carbone, 10,72 d'hydrogène, 13,34. d'oxigène.

donc 100 de la matière nacrée des calculs biliaires contiennent :

Carbone,	84,068	11,5 d'hydrog. en excès sur 4,432 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	12,018	
Oxigène,	3,914	
	100 (1).	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 72,02.

§ 15. *Combustion de la graisse de porc purifiée*, fusible $26^{\circ}\frac{1}{4}$ centig.

Cette graisse a été purifiée suivant le procédé de M. Chevreul, en la triturant dans de l'eau froide, en la filtrant au travers du papier, pendant qu'elle était en fusion, et en la mettant en contact sous une grande surface, avec de l'eau chaude.

La densité de cette graisse figée à 15° est 0, 938 ;
fondue à 50° 0,8918 ;
69° 0,8811 ;
94° 0,8628.

49,5 milligrammes de cette substance ont consumé

(1) M. Bérard a analysé cette substance par le peroxide de cuivre. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. V.) En appliquant à ses résultats mes données pour le poids des gaz, 100 de matière nacrée contiendraient 71,78 de carbone, 19,15 d'hydrogène, 8,31 d'oxigène. J'observe que tous les composés où j'ai trouvé une pareille quantité d'hydrogène étaient dans l'état de gaz à la température atmosphérique.

pour leur combustion 191,467 centim. c. de gaz oxigène, en formant 72,568 d'acide carbonique, et 0,187 d'azote contenu dans de l'ammoniaque; donc 100 d'axonge contiennent :

Carbone,	78,843	11,055 d'hydrogène en excès, sur 9,629 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	12,182	
Oxigène,	8,502	
Azote,	0,473	
	100 (1).	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 71,551.

Graisse de porc saponifiée, fusible à 40° centig.

Elle a été obtenue en précipitant avec l'acide muriatique, le savon d'axonge préparé par l'union de l'axonge précédente et de la potasse.

La densité de cette substance figée à 15° est 0, 956;
fondue à 50° 0, 885;
69° 0,8732;
94° 0,8518;
relativement à l'eau à 15°.

48 milligrammes d'axonge saponifiée ont consumé pour leur combustion 92,914 centim. c. de gaz oxigène, en formant 67,605 d'acide carbonique, et 0,12 d'azote

(1) L'axonge analysée par M. Bérard avec le peroxide de cuivre contient, suivant ce chimiste, en calculant ses résultats comme les miens, 68,86 de carbone, 19,226 d'hydrogène, 11,09 d'oxigène.

contenu dans de l'ammoniaque ; donc 100 de graisse saponifiée contiennent :

Carbone,	75,747	9,982 d'hydrogène en excès, sur 13,958 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	11,615	
Oxigène,	12,325	
Azote,	0,313	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 72,762.

Mes analyses, comparées aux expériences de M. Chevreul (1) sur la saponification de différentes graisses, montrent que celles qui contiennent le plus d'oxigène ont le plus de disposition à se saponifier, et que lorsqu'elles n'en ont pas une quantité suffisante, et qu'elles peuvent fixer les élémens de l'eau, elles prennent, dans la solution aqueuse alcaline, l'oxigène qui leur manque pour devenir saponifiables.

Elaïne de graisse de porc.

On sait que M. Chevreul a trouvé que la graisse de porc contient deux substances grasses, savoir : l'élaïne, qui est liquide entre 8° et 10°, et la stéarine, qui est confusément cristallisée, et qui se fond à environ 35° ; elles ont été séparées par l'alcool bouillant qui retient l'élaïne en dissolution après le refroidissement, en abandonnant

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXXVIII, p. 94-95, et *Annales de Chimie et de Physique*, t. II. M. Chevreul a déterminé les solubilités dans l'alcool des graisses que j'ai analysées sans faire mention de ce caractère.

la stéarine. L'élaïne que j'ai extraite de la solution alcoolique, par son évaporation partielle et son mélange avec l'eau, commençait à se figer à 9° ; mais elle ne se concréfiait entièrement qu'à une température un peu inférieure ; ce qui indique qu'elle retenait de la stéarine. D'un autre côté, celle-ci, même après avoir été longtemps fondue, donnait en brûlant des indices d'alcool. Je ne présente, par cette raison, que l'analyse de l'élaïne (densité 0,913 à 15°).

44,193 milligrammes de cette substance ont consumé 84,466 centim. c. de gaz oxigène, en formant 61,456 d'acide carbonique ; donc 100 d'élaïne d'axonge contiennent :

Carbone,	74,792	10,032 d'hydrog. en excès sur 13,04 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	11,652	
Oxigène,	13,556	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 72,76.

Cette analyse, comparée, soit avec celle de l'axonge, soit avec celle moins précise de sa stéarine, montre que cette dernière contient moins d'oxigène et plus de carbone que l'élaïne.

§ 16. *De l'Huile d'olive* (1).

J'ai soumis à l'action de la presse par le procédé de M. Braconnot, à une température de — 3°, de l'huile

(1) Les huiles d'olive peuvent varier suivant la proportion d'élaïne et de stéarine appropriées à ces huiles. D'après

d'olive figée, jusqu'à ce qu'elle ne tachât plus le papier; elle m'a fourni ainsi, au plus le quart de son poids de stéarine qui se liquéfiait à + 22°, et de l'élaïne qui se liquéfiait à — 4°; mais celle-ci contenait encore de la stéarine qui ne peut pas en être exactement séparée.

La densité de cette élaïne est 0,915 1 à 15° centig. 100 d'alcool (densité 0,806) en dissolvent 1,06 à la température de 12°.

42,602 milligrammes d'*élaïne* ont consumé pour leur combustion 82,613 centim. c. de gaz oxigène, en formant 60,232 d'acide carbonique, et 0,12 d'azote contenu dans de l'ammoniaque; donc 100 d'*élaïne d'huile d'olive* contiennent :

Carbone,	76,034	9,946 d'hydrog. en excès sur 12,068 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	11,545	
Oxigène,	12,068	
Azote,	0,353	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 72,91.

Stéarine d'huile d'olive.

Cette espèce de graisse peut être concrète à 22° centig., et cependant rester liquide à 10°, lorsqu'on ne l'agite pas trop fortement.

MM. Gay-Lussac et Thenard, 100 d'huile d'olive contiennent 77,21 de carbone, 13,36 d'hydrogène, 9,43 d'oxigène.

Sa densité dans l'état concret à 15° est		0,9680;
Dans l'état liquide à la même temp. de	15°	0,9187;
	à 50°	0,8966;
	à 94°	0,8708;

relativement à l'eau à 15°.

100 d'alcool (densité 0,806) dissolvent 0,82 de stéarine à 12°.

50,05 milligrammes de cette substance consument 104,898 centim. c. de gaz oxigène, en formant 77,159 d'acide carbonique, et 0,119 d'azote contenu dans de l'ammoniaque; donc 100 de stéarine d'huile d'olive contiennent :

Carbone,	82,17	10,395 d'hydrog. en excès sur 7,37 d'eau élémentaire.
Hydrogène,	11,232	
Oxigène,	6,302	
Azote,	0,296	
	100.	

Le gaz oxigène consumé et le gaz acide produit sont entre eux comme 100 : 73,55.

On peut remarquer que les élaïnes précédentes contiennent plus d'oxigène que leurs stéarines respectives. Ce résultat et plusieurs autres sont contraires à l'opinion qui fait admettre que les graisses concrètes, ou les moins fusibles contiennent plus d'oxigène que les huiles liquides. Il n'y a aucune règle à établir à cet égard. L'état concret dépend souvent de la plus grande disposition à la cristallisation : elle peut, suivant les composés, tout aussi bien être détruite par la combinaison de l'oxigène, que produite par elle; ainsi l'état concret de l'huile d'anis est détruit par cette influence.

J'observerai à cette occasion, que les huiles fixes et les huiles volatiles que j'ai examinées ne suivent pas la même progression dans l'absorption du gaz oxigène atmosphérique. Les huiles volatiles liquides et récentes, mises en contact avec ce gaz, l'absorbent immédiatement d'une manière sensible et presque régulière, ou pendant les premiers mois, à-peu-près proportionnellement au temps, à température égale. Les huiles fixes récentes n'exercent sur ce gaz pendant long-temps qu'une action à peine sensible; mais tout-à-coup elles subissent un changement d'état qui leur en fait absorber au moins cent fois plus qu'aux huiles volatiles dans le même temps. Une couche d'huile de noix de trois lignes d'épaisseur sur deux pouces de diamètre, placée sur du mercure à l'ombre, dans du gaz oxigène pur, n'en a absorbé qu'un volume égal au plus à trois fois celui de l'huile, pendant huit mois, entre décembre 1817, et le 1er août 1818; mais, dans les dix jours suivans, elle en a absorbé soixante fois son volume. Cette absorption s'est faite successivement avec plus de lenteur jusqu'à la fin d'octobre, époque où la diminution du volume du gaz ne s'opérait plus d'une manière bien marquée. L'huile avait absorbé alors cent quarante-cinq fois son volume de gaz oxigène en formant vingt et une fois son volume de gaz acide carbonique : elle n'avait point produit d'eau, et elle était réduite en état de gelée transparente, qui ne tachait pas le papier.

Ce changement subit dans l'état des huiles fixes, particulièrement des siccatives, explique les inflammations spontanées qu'elles ont produites, et dont on n'a pas d'exemple avec les huiles volatiles.

§ 17. *Combustions de différentes huiles réduites chacune au poids d'un gramme.*

NOM DES HUILES.	GAZ oxigène consumé.	GAZ acide carbonique produit.	GAZ AZOTE dans de l'ammoniaq.	RAPPORT du gaz oxig. au gaz acide carbonique.
	litre.	litre.	centim. c.	
Huile de noix,	1,9778	1,4833	12,63	100:75
Huile d'amande douce,	1,9699	1,4392	6,571	100:73,06
Huile de lin,	1,9247	1,4134	.....	100:73,44
Huile de ricin,	1,8586	1,3792	une trace	100:74,2

100 *en poids de ces huiles contiennent :*

Nom des huiles.	Carbon.	Hydrog.	Oxigène.	Azote.
Huile de noix,	79,774	10,570	9,122	0,534
Huile d'amande douce,	77,403	11,481	10,828	0,288
Huile de lin,	76,014	11,351	12,635	
Huile de ricin,	74,178	11,034	14,788	

Dilatations ou densités à différentes températures relativement à l'eau = 1 à 15° centig.

Degrés du therm. centig.	12°.	25°.	50°.	94°.
Huile de noix,	0,9283	0,9194	.....	0,8710
Huile d'amande,	0,9201	.....	.....	0,8632
Huile de lin,	0,9395	0,9300	0,9125	0,8815
Huile de ricin,	0,9699	0,9575	.....	0,9081
Huile d'olive,	0,9192	0,9109	0,8932	0,8625
Huile d'anis concrète,	.....	0,9849	.....	0,9256
Essence de romarin,	0,8901	0,8805	0,8604	0,8208
Naphte rectif. d'Amiano,	0,7688	0,7574	0,7337	

§ 18. *Considérations sur les résultats précédens.*

Composition des huiles. La vaporisation des huiles volatiles à une basse température est la principale cause de leur grande inflammabilité; car mes résultats montrent que l'opinion qui a pu attribuer aux huiles fixes plus d'oxigène ou moins de carbone qu'aux précédentes n'est pas fondée, et que la différence qui caractérise ces deux genres de composés ne peut être déduite d'aucun de leurs élémens considérés isolément : c'est donc par les associations de ces derniers que la distinction doit être analytiquement établie. Quoique le nombre des substances hydrogénées bien spécifiées, ou par la cristallisation, ou par des propriétés constantes, soit encore trop borné pour conduire à des conséquences générales, je signalerai les résultats que mes analyses offrent à cet égard.

Les substances hydrogénées éminemment volatiles sont formées de matériaux qui ne se décomposent pas à la distillation, et qui contiennent leurs élémens dans des rapports simples en volume. Ainsi, l'éther et l'alcool sont représentés par de l'eau et du gaz oléfiant.

Le camphre est représenté par du gaz oléfiant et du gaz oxide de carbone.

L'essence concrète d'anis est représentée par de l'oxide de carbone et un hydrogène carboné, encore inconnu dans l'état isolé; mais où les atomes de carbone et d'hydrogène sont entre eux dans le rapport de 2 : 1.

Les huiles de romarin et de lavande ne peuvent être prises en considération, parce qu'elles sont probablement formées de différentes espèces d'huiles. Nous avons vu, par la cristallisation partielle des essences de rose et

d'abis, après leur séparation immédiate du végétal, qu'elles en contiennent chacune au moins deux espèces. Il doit en être de même pour les essences qui ne cristallisent pas : celles de citron et de térébenthine sont dans ce cas; elles restent liquides, et n'éprouvent aucune altération, d'après mes expériences, à une température de 20° au-dessous de 0; et cependant les cristallisations partielles qu'elles forment avec l'acide muriatique sont un indice qu'elles contiennent chacune différentes espèces d'huiles.

Le blanc de baleine et l'acide margarique ne subissent qu'un faible changement à la distillation; ils sont représentés par de l'oxigène et du gaz oléfiant, et ils pourraient être considérés comme des huiles volatiles, si la chaleur élevée nécessaire pour les vaporiser ne les modifiait pas, soit par l'effet qu'elle exerce sur le gaz oléfiant, soit en le disposant à se décomposer par leur oxigène.

Les huiles fixes les mieux déterminées, que j'ai examinées, et qui subissent un grand changement à la distillation, ont une composition *absolue* dans laquelle les élémens ne peuvent pas se combiner en rapports simples en volume (1). Quant à la composition *relative* de ces huiles, elle est trop variable, probablement à cause de leur impureté, pour qu'on puisse y distinguer des proportions déterminées. Les huiles fixes pourraient être représentées par de l'oxigène uni à une grande propor-

(1) Je n'en infère pas qu'il y ait des huiles fixes dont les élémens se combinent en rapports simples en volume, mais elles doivent avoir alors des principes qui diffèrent beaucoup par leur volatilité, ou qui se décomposent par la chaleur.

tion de gaz oléfiant et à un excès de carbone qui ferait en volume, dans l'une, le $\frac{1}{3}$, dans l'autre, le $\frac{1}{4}$, etc. du gaz oléfiant, ou par du gaz oxigène et un hydrogène carboné dans lequel les atomes de carbone et d'hydrogène seraient entre eux, pour l'une, comme 3 : 2 ; pour l'autre, comme 4 : 3, et pour une troisième, telle que la matière nacrée des calculs biliaires, comme 5 : 4, etc. ; mais ces déterminations m'ont paru trop incertaines pour que j'aie pu m'y arrêter.

§ 19. *Densité des huiles.*

Je ne m'occuperai ici que des différentes approximations entre la composition et la densité, car je suis loin de prétendre que ces deux caractères puissent être proportionnels.

Les huiles volatiles présentent entre elles de beaucoup plus grandes différences dans leur composition que les huiles fixes. Les premières ont par cette raison une densité beaucoup moins uniforme : les unes sont plus légères, les autres sont aussi pesantes qu'aucune huile fixe ; mais il y a entre ces deux genres de composés cette différence : la densité à température égale suit, dans les huiles volatiles, une marche beaucoup plus conforme à la proportion de leurs élémens, que dans les huiles fixes.

L'oxigène et le carbone augmentent beaucoup la densité des huiles volatiles relativement à l'effet contraire de l'hydrogène, qui la diminue. Le carbone paraît la diminuer un peu relativement à l'oxigène dans les com-

binaisons binaires volatiles (1); mais comme la différence de densité entre l'oxigène et le carbone ne se laisse pas apercevoir le plus souvent, dans les composés ternaires, les approximations auxquelles je dois me borner m'engagent à ne pas mettre de différence, quant à présent, entre les influences de l'oxigène et du carbone pour augmenter la densité des composés triples.

Toutes les huiles augmentent en densité par l'absorption du gaz oxigène atmosphérique; mais il fait perdre aux huiles essentielles le caractère volatil ou de l'*inaltérabilité* par la distillation; il ne doit donc pas être pris en considération sous ce rapport, pour ce genre d'huile.

Les huiles volatiles telles que les essences de rose, de citron et de térébenthine, paraissent être des composés de carbone et d'hydrogène où les proportions d'hydrogène vont successivement en diminuant; les densités de ces huiles vont par conséquent en croissant; elles sont dans la classe des huiles volatiles *légères*, parce qu'elles sont pourvues d'une grande proportion d'hydrogène et de

---

(1) Si l'on peut comparer deux composés binaires qui ne diffèrent que par l'un de leurs élémens, l'on jugera de la densité du carbone et de l'oxigène par la composition de l'eau et de l'essence de térébenthine : elles bouillent, suivant Dalton, à-peu-près au même degré; elles ont les mêmes quantités d'hydrogène; l'eau contient en oxigène ce que l'essence contient en carbone; mais la densité de la première est 1, et celle de la seconde est 0,86. L'intervention de l'oxigène dans le composé d'hydrogène et de carbone peut changer, suivant le mode d'association, le résultat qu'on doit tirer de ce rapport.

peu ou point d'oxigène. Quoique l'éther et l'alcool contiennent beaucoup d'oxigène et une quantité d'hydrogène à-peu-près semblable à celle des huiles précédentes, ils sont dans la classe des substances hydrogénées légères, parce que l'addition de l'oxigène compense ce qu'ils ont de moins en carbone. L'éther est plus léger que l'alcool, parce que celui-ci contient moins d'hydrogène. Il en est de même pour le poids de l'essence de lavande, moindre que celui de l'essence de romarin. L'essence d'anis est plus pesante que tous les composés volatils précédens, parce qu'elle contient beaucoup moins d'hydrogène. Ces exemples nombreux, que je pourrais multiplier, ne sont pas assujettis à un calcul très-précis. L'incertitude seule des procédés eudiométriques ne le permettrait pas; mais ils suffisent pour montrer que la densité des substances hydrogénées volatiles formées des mêmes élémens suit une marche à-peu-près conforme à leur proportion.

Lorsque nous examinons les substances huileuses qui ne se volatilisent point à la température atmosphérique, nous trouvons que les exemples qui sont contraires à l'observation précédente sont presque aussi nombreux que ceux qui la confirment. Ainsi, quand on compare l'essence de romarin avec la matière concrète de l'huile d'olive, qui contient la même dose d'oxigène, la première, en raison d'une moindre proportion d'hydrogène, semblerait devoir être plus pesante; mais elle est au contraire plus légère. La même opposition entre la composition et la densité se montre entre l'huile de noix et l'huile de ricin, — entre la graisse de porc et la même graisse saponifiée, — entre la cire et le blanc de baleine;

mais il est très-probable que ces oppositions ou ces exceptions disparaîtraient, lorsqu'au lieu de comparer, comme je l'ai fait, les densités à une température égale, on les évaluerait au terme de l'ébullition de chaque substance (1), ou à des degrés qui en seraient voisins et également distans.

L'exception dont j'ai parlé entre l'essence de romarin et d'huile d'olive concrète disparaît lorsqu'on considère leurs densités sous ce point de vue; car l'huile fixe bout environ au 315° centig., et l'huile volatile au 165°; et quoique la marche de leurs dilatations ne soit pas proportionnelle, elle indique que l'huile fixe doit être beaucoup plus légère que l'huile volatile quand on compare leurs densités aux termes de leur ébullition respective.

L'huile de noix, quoique un peu moins hydrogénée que l'huile de ricin, est cependant plus légère qu'elle, à température égale, parce que l'huile de ricin entre en ébullition vers 265° centig., tandis que la première ne bout qu'au-dessus de 300°.

Le blanc de baleine, moins hydrogéné et plus léger que la cire, m'a paru bouillir à 20° environ au-dessous du terme propre à celle-ci. Cette considération ne serait peut-être pas suffisante pour expliquer la grande différence qui se trouve entre les compositions et les densités

(1) M. Gay-Lussac a observé avec justesse qu'on évalue mieux la marche de la dilatation des liquides, en partant du terme de leur ébullition respective que d'une température égale, parce que, dans le premier cas, la force répulsive des molécules est la même. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. II, p. 130.)

de ces deux substances, si le résultat de M. Gay-Lussac, qui accorde à la cire un peu moins d'hydrogène que mon analyse, ne lui était préférable. Ainsi, quand deux analyses de matières huileuses formées des mêmes élémens sont en contraste frappant avec leurs densités respectives à température égale, on peut présumer que la substance qui contient le plus d'hydrogène bout à une température beaucoup plus élevée, ou (si les deux termes d'ébullition sont très-voisins) que l'une des analyses est inexacte.

La plupart des huiles volatiles n'ont pas besoin, à la rigueur, de la considération de leur ébullition, parce qu'elles en sont assez voisines, à la température atmosphérique, pour qu'elles y aient un degré d'élasticité ou de densité relatif à leur composition; mais il n'en est pas de même pour les huiles fixes.

§ 20. *Dilatation des huiles par la chaleur.*

Le terme de l'ébullition des huiles fixes n'est point exactement déterminé, parce qu'elles commencent à s'altérer par la chaleur avant de bouillir; on peut confondre le mouvement produit par la décomposition avec celui de l'ébullition; cette dernière s'opère à un degré d'autant plus élevé que l'altération est plus avancée, ou qu'elles ont été plus long-temps sur le feu : il en résulte qu'elles ne produisent pas, comme l'eau, un degré constant dans lequel la chaleur acquise est égale à celle qui se perd par l'évaporation : il est donc important d'avoir un caractère qui indique, à un température moins élevée, les termes relatifs de leur ébullition.

Je n'ai peut-être pas besoin de rappeler que les dila-

tations des liquides ne suivent pas toujours une marche relative à celle de leur ébullition. Toutes les huiles que j'ai éprouvées et qui bouillent soit à une température voisine de celle de l'eau, soit à une température beaucoup plus élevée, se dilatent plus que l'eau par des intervalles de chaleur égaux. M. Gay-Lussac a montré que le sulfure de carbone, qui bout à 46°,6, et l'alcool, qui bout à 78°,4, se dilatent également; mais des oppositions aussi frappantes entre la marche de la dilatation et du terme de l'ébullition ne se montrent que pour des liquides qui diffèrent beaucoup par leur composition. Ces contrastes paraissent être peu sensibles, et très-rares entre les substances hydrogénées, composées de carbone, d'hydrogène et d'oxigène : leur dilatation suit en général d'assez près une marche inverse du degré de chaleur requise pour les faire bouillir. Tous les résultats que j'ai pu comparer m'ont indiqué qu'on détermine mieux l'ordre des ébullitions des huiles fixes par leur dilatation (1), que par l'observation du degré où elles commencent à bouillir.

---

(1) Pour mesurer les dilatations des huiles, j'ai placé le flacon qui en était plein dans l'eau chauffée par une lampe; il contenait un thermomètre gradué sur le tube même pour qu'il occupât moins de volume. L'huile a été portée à un degré de chaleur supérieur à celui que je voulais atteindre; pendant qu'elle y parvenait en se refroidissant, je l'agitais avec le thermomètre pour répandre une température uniforme. L'enlèvement de cet instrument, son remplacement par quelques gouttes d'huile, chauffée au même bain que la précédente, et la clôture du flacon (dans ce bain) par un

La graisse de porc saponifiée se dilate plus que l'huile de ricin, — celle-ci plus que l'huile de lin, — cette dernière plus que la graisse de porc naturelle, — celle-ci plus que la stéarine d'huile d'olive, — et cette stéarine beaucoup moins que son élaïne. Les degrés d'ébullition confirment d'une manière confuse et douteuse ces résultats, parce que la même huile peut bouillir à des températures inégales. Les dilatations des différens liquides ne sont pas proportionnelles entre elles à toutes les températures ; mais des deux procédés, je choisis celui qui donne le moins d'incertitude, et où l'observation directe et absolue donne un résultat constant.

§ 21. *Solubilité des huiles dans l'alcool.*

La plus ou moins grande solubilité des huiles dans l'alcool dérive de l'espèce, de l'arrangement et de la condensation des élémens. Leur arrangement nous est inconnu ; quant à leur espèce, j'observe que plus les huiles contiennent d'oxigène, plus elles sont solubles : toutes celles que j'ai examinées acquièrent une plus grande solubilité par l'absorption du gaz oxigène atmo-

---

plan de verre, ont été faits dans quelques secondes. La bouteille a dès-lors été pesée avec la correction pour l'expansion du verre. Les différentes dilatations d'un même liquide par des intervalles égaux de température devraient servir d'appui aux observations précédentes ; mais j'ai négligé cette considération, qui aurait exigé beaucoup de temps, et des résultats plus précis pour les huiles fixes. *Voyez*, sur ces recherches, le *Traité de Physique* de M. Biot, t. I, p. 210 et 399.

sphérique, soit en se rancissant, soit en se résinifiant : ce n'en excepte pas même le pétrole, qui forme, par cette combinaison, un composé presque solide ; mais qui n'est pas de l'asphalte. Les proportions d'oxigène vont successivement en croissant dans la cire, le blanc de baleine et l'acide margarique : leurs solubilités augmentent dans le même sens. La graisse saponifiée est beaucoup plus soluble que la graisse non saponifiée. Les élaïnes des huiles et des graisses que j'ai analysées sont plus solubles que leurs stéarines respectives, et celles-ci contiennent moins d'oxigène. Les degrés de solubilité ne sont pas proportionnels aux quantités de cet élément ; mais je ne considère ici que le *plus* et le *moins*.

Il y a une cause en quelque sorte physique qui peut contrarier l'influence précédente, mais qui contribue beaucoup à la différente solubilité des huiles : c'est le degré de condensation de leurs élémens. Plus ils y sont dans un état élastique, plus elles sont solubles. On peut estimer cette condensation par leur dilatation relative, et établir en général que les huiles formées des mêmes élémens et qui contiennent les mêmes doses d'oxigène sont d'autant plus solubles que leur dilatation est plus grande, surtout en la considérant entre les températures voisines de celles où les solutions ont été faites. La différence de solubilité entre les huiles fixes et les huiles volatiles dépend en grande partie de ce principe.

L'huile de ricin fait une exception très-rare dans les huiles fixes, par sa solubilité en toute proportion dans l'alcool ; mais si l'on considère d'une part, qu'elle contient plus d'oxigène que les autres huiles fixes, et d'ailleurs que sa dilatation est en même temps plus grande,

l'on trouve que sa solubilité est conforme aux principes que je viens d'exposer.

Ces exemples suffisent pour montrer que la densité, la dilatation par la chaleur, et la solubilité dans l'alcool sont des caractères d'une grande utilité pour la connaissance, et de la composition, et des propriétés des huiles.

Les substances hydrogénées, composées de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, telles que la cire, la graisse, l'huile fixe, l'éther sulfurique et l'alcool, produisent (à consommation égale) d'autant plus de lumière et de chaleur dans la combustion, qu'elles contiennent moins d'oxigène. Leur lumière paraît être d'ailleurs d'autant plus grande, que la proportion en poids du carbone à l'hydrogène s'approche plus de celle de 100 : 17,6, soit de la composition du gaz oléfiant. Je tire en grande partie ces résultats de la comparaison de mes analyses avec les quantités de lumière et de chaleur que Rumford a obtenues de ces combustibles.

(Extrait de la *Bibl. univ.* XIII.)

Quatrième *et dernier Extrait du Rapport du Jury sur l'Exposition des produits de l'industrie en* 1819.

Filature.

On est parvenu à filer le chanvre et le lin par mécanique; mais jusqu'ici on n'a pu réussir à s'élever au-dessus d'un degré de finesse assez borné; le problême

est encore à résoudre pour les fils propres à faire la dentelle ou la batiste ; cependant il a été fait quelques pas dans cette carrière difficile. Le problême a été considéré sous un nouveau point de vue : on a conçu un nouveau système de travail et d'opérations, dont la première application a eu des succès qui en font augurer de plus grands. Le jury a cru devoir encourager cette industrie naissante.

Madame la marquise d'Argence, de Paris, inventeur du nouveau système dont il vient d'être parlé, pour filer le lin par mécanique, a exposé des échantillons de sa filature qui méritent des éloges, aussi-bien que les dentelles fabriquées avec son fil, qu'elle a mises sous les yeux du public; le jury a décerné à Madame la marquise d'Argence une médaille d'argent.

Linge de table damassé.

Le linge damassé de Silésie obtenait une préférence décidée de la part des consommateurs. Sa supériorité tenait à l'usage d'un métier particulier qui donnait au point plus de correction et de solidité. L'époque où la Silésie était occupée par les armées françaises offrait une occasion favorable pour enrichir l'industrie nationale de ce moyen plus parfait de fabrication. Le Ministre de l'Intérieur en profita : il fit apporter en France un modèle du métier silésien, et fit venir en même temps un ouvrier assez habile pour montrer à le manœuvrer. Le modèle fut placé au Conservatoire des arts et métiers ; on y forma plusieurs élèves, qui ont porté, dans diverses parties de la France, la fabrication du linge damassé à

la façon de Silésie. Les nombreux échantillons de linge damassé, soit en lin, soit en coton, qu'on a vus à l'expositon, prouvent que cette industrie est parfaitement établie en France.

Cotons filés.

A l'époque de l'exposition de 1806, les filatures françaises ne fournissaient assez généralement que des fils d'un degré de finesse qui ne dépassait pas le n° 60 (1); la perfection était assez marquée pour faire regarder l'art de filer le coton comme bien connu en France dans cette limite. L'art ne se présentait pas sous un aspect aussi satisfaisant pour les fils d'une plus grande finesse : cependant quelques essais heureux faisaient augurer que, dans peu d'années, les profits de la filature en fin seraient une portion du patrimoine de l'industrie française. L'exposition de 1819 nous a appris jusqu'à quel point ces espérances se sont réalisées. Les progrès ont été très-considérables depuis 1806.

Les numéros ordinaires, jusqu'à 80, et même jusqu'à 100, sont arrivés à un point de perfection capable de satisfaire les fabricans les plus difficiles de tissus, et ils

---

(1) Le numéro, en général, est la longueur variable qu'il y a dans un poids constant de fil. L'ancien numéro français se déterminait par le nombre d'échevaux de 650 aunes qui étaient contenus dans une livre poids de marc; le numéro nouveau ou métrique, celui dont il est question dans le texte, exprime combien il faut d'échevaux, de 1000 mètres chacun, pour faire un demi-kilogramme. (R.)

sont assez abondans pour ne pas leur laisser le desir de recourir aux fils étrangers.

Les conditions qui donnent de beaux fils à ce degré de finesse ont été si exactement déterminées par l'observation, les procédés ont été si bien fixés, les meilleurs mécanismes sont si généralement connus, qu'un filateur qui veut donner à son travail l'attention et les soins convenables a tous les moyens de réussir.

Il s'est formé, depuis 1806, plusieurs établissemens de filature qui fournissent des fils assez fins pour entrer dans la fabrication des mousselines de Tarare et de Saint-Quentin. On a vu, à l'exposition de 1819, des échantillons nombreux de cotons filés au-dessus du n° 120, en allant jusqu'à 200; ils sont beaucoup plus beaux, beaucoup plus forts, et, pour tout dire, mieux filés qu'on ne pouvait l'espérer en 1806. Il est vrai que parmi ces échantillons il en est qui ont été faits avec des soins extraordinaires, pour l'exposition, et qu'on ne peut considérer comme les produits d'une fabrication habituelle; mais il demeure toujours constant que nous avons en France plusieurs établissemens qui font de la filature fine l'objet de leur travail accoutumé, et dont les produits sont employés par les fabricans dont les tissus exigent des fils d'une grande finesse. Les attestations des jurys de départemens, et les déclarations que le jury central a reçues des fabricans de mousseline, ne laissent, à cet égard, aucun doute.

On ne peut cependant se dissimuler que, même après les grands pas que notre industrie a faits dans ce genre, nos filatures en fin ne donnent pas encore une masse de produits égale à la masse des besoins, et que nous serons

pendant quelque temps dans la nécessité d'employer des fils fins étrangers. C'est aux filateurs français qu'il appartient de faire cesser cette nécessité. L'art est aujourd'hui parfaitement connu, il ne s'agit que de le pratiquer avec de plus grands développemens. Ceux qui donneront cette direction à leur industrie sont assurés d'un débouché d'autant plus précieux, qu'il est, en France, indépendant de la législation, de l'administration et des combinaisons politiques des autres peuples.

Les chefs des fabriques françaises de mousseline appellent de leurs vœux le moment où ils n'auront plus besoin d'acheter des fils étrangers; ils sentent qu'ils trouveront un grand avantage à employer des fils nationaux, et il est probable que l'industrie qui les leur fournira sera récompensée par de très-beaux profits. Mais les filateurs ne peuvent se flatter d'y avoir part qu'autant qu'ils s'appliqueront à fournir les meilleurs fils; ils ne doivent jamais perdre de vue qu'il faut apporter aux préparations les soins les plus exacts, on peut même dire les plus minutieux, parce que la qualité des fils en dépend essentiellement. Il en est de même du choix du lainage : chaque espèce a une destination à laquelle elle est appliquée avec plus de succès; il ne faut pas faire de mauvais mélanges; il ne faut pas vouloir filer à des numéros élevés des cotons qui ne comportent pas ce degré de finesse. On a vu, il est vrai, à l'exposition, des cotons Géorgie courte soie, des Bengales, des Surates, fort bien filés aux n°s 60, 70, et même jusqu'à 100 : ce sont des tours de force; sans doute ils dénotent dans le filateur une adresse rare; mais le jury ne pense pas qu'ils doivent être encouragés quant à présent. Pour

réussir, ils demandent des soins extraordinaires et dispendieux qui s'allient mal avec le mouvement d'une grande fabrication, et qu'on peut s'épargner par un choix plus judicieux de la matière première.

Le jury de l'exposition de 1806 a exprimé l'opinion qu'il fallait désormais porter les encouragemens et les récompenses sur la filature en fin. Le jury de 1819 pense, à cet égard, comme celui de 1806, et il s'est appliqué à remplir ses intentions ; cependant il n'a pas cru devoir exclure du partage des récompenses, des fabricans qui ne font pas de la filature en fin leur occupation habituelle, mais qui ont exposé des fils de finesse ordinaire, travaillés avec une perfection qui prouve que ces filateurs excellent dans leur art.

Calicots, Perkales et Mousselines.

Depuis long-temps la France excelle dans l'art du tissage ; la fabrication des soieries et celle des batistes, dans laquelle nous ne connaissons pas de supérieurs, nous pouvons même dire d'égaux, supposent des ouvriers exercés à traiter les fils les plus délicats et les plus précieux : il semble donc que la nation française aurait dû être des premières à fabriquer des perkales fines et des mousselines ; cependant ce n'est que vers le commencement du siècle actuel, c'est-à-dire, il y a moins de vingt ans, que la fabrication de ces toiles, et même celle des calicots, a commencé à être établie en France avec une certaine étendue. On a déjà remarqué, dans le rapport du jury de 1806, qu'il ne fut présenté à l'exposition de 1802 qu'une pièce de mousseline. Elle fut envoyée d'Anvers. Il y avait plusieurs raisons de douter qu'elle

eût été fabriquée en France. Ces raisons furent assez puissantes sur l'esprit du jury pour le déterminer à ne faire aucune mention de cet échantillon, quoiqu'il fût bien pénétré de l'utilité d'encourager ce genre de fabrication.

En l'année 1803, on commença à former à Saint-Quentin des établissemens pour le tissage du coton. Cette ville avait été, avec Cambrai, Péronne et Valenciennes, le centre d'une fabrique de linons et de batistes qui avait fleuri pendant long-temps.

La contrée adjacente était peuplée d'un grand nombre de tisserands exercés à exécuter les tissus les plus délicats. Cette fabrique paraît avoir atteint son plus haut degré de prospérité vers 1786. Peu de temps après cette époque, il se fit un changement dans le goût des consommateurs; la demande diminua progressivement, et avec elle le nombre des métiers en activité.

Cet état de souffrance dura pendant quelques années. On sentit enfin que des tisserands assez habiles pour faire le linon et la batiste pouvaient être employés avec succès à la fabrication de tout autre tissu, quelque délicat qu'il fût, et qu'on avait sous la main tous les élémens nécessaires pour fabriquer en grand les tissus de coton auxquels le public accordait le plus de faveur. Cette idée, mise en pratique, a rendu la vie et le mouvement à l'industrie de ces contrées. L'influence de ce changement a été si heureuse, que, de 1803 au 1er janvier 1818, la population de la ville de Saint-Quentin a augmenté d'un quart. On commença par fabriquer des basins, et ensuite des calicots pour l'impression; aujourd'hui on fabrique des perkales, des mousselines et des étoffes de coton

d'une grande finesse, façonnées et variées avec beaucoup d'art.

Vers la même époque, il se faisait un mouvement à-peu-près pareil dans l'industrie de Tarare. Depuis longtemps on fabriquait dans cette ville et dans les environs, des toiles de coton de qualité commune et des siamoises. A mesure que les moyens de travail ont été mieux connus, les toiles de coton ont été perfectionnées, leur finesse a été augmentée progressivement jusqu'à la mousseline la plus fine, et jusqu'aux étoffes façonnées qui demandent le plus de délicatesse et de soins. Cette fabrication n'est pas circonscrite dans les murs de Tarare; elle est disséminée dans les montagnes du Beaujolais; elle s'allie avec les soins de l'agriculture; elle occupe les familles dans les intervalles que laissent les travaux des champs, ou lorsque le mauvais temps ne permet pas d'y vaquer.

Les fabriques de Tarare et de Saint-Quentin figurèrent d'une manière remarquable à l'exposition de 1806; elles y furent jugées dignes des distinctions les plus élevées : elles ont reparu à celle de 1819 avec de nouveaux avantages, et avec toutes les améliorations que l'on devait attendre au bout de treize ans de travaux dans deux contrées peuplées d'hommes industrieux, entretenus par la concurrence dans un état continu d'émulation, et sans relâche occupés de la recherche des moyens de faire mieux.

Teinture, apprêt et blanchiment.

L'art de la teinture n'a pas fait moins de progrès en France que celui de la filature et de la fabrication des

tissus. C'est en examinant avec soin les nombreuses étoffes colorées qu'offre l'exposition qu'on peut se convaincre de cette vérité.

On a réussi à remplacer, par deux substances différentes, la cochenille, dans la teinture sur laine.

On a porté le bleu de Prusse sur la soie, et on a produit un bleu plus beau que celui que donnaient les moyens anciens.

On a découvert un vert solide pour l'impression des toiles de coton. Le rouge, sur les mêmes tissus, a acquis plus de vivacité.

On fixe sur le fil de lin des couleurs que jusqu'ici on n'avait fixées que sur le coton.

On a trouvé le moyen d'extraire et de rapprocher les principes colorans du carthame, de la cochenille, du kermès et des bois de teinture, en sorte qu'on les emploie à l'état de tablettes ou d'extrait; ce qui facilite les opérations, diminue la main-d'œuvre et produit des couleurs plus vives.

Teinture sur laine.

Il y a quelques années que M. Gonin, fameux teinturier de Lyon, a présenté au commerce des pièces de drap teintes en écarlate avec la seule garance : cette belle couleur ne fut pas jugée inférieure à celle qu'on obtient par la cochenille; mais exposée, comparativement avec cette dernière, à l'action de l'atmosphère et en plein air, pendant six semaines, l'écarlate de garance se fana peu à peu sans perdre toutefois le ton d'écarlate, tandis que celle de cochenille changeâ de ton, devint vineuse, mais conserva un grand fond de couleur. M. Gonin assure

aujourd'hui qu'il est parvenu à donner à cette belle couleur toute la solidité desirable. Il a présenté des échantillons de la plus grande beauté.

Le jury eût décerné à M. Gonin une distinction du premier ordre, si, en exécution de l'ordonnance du 9 avril, ce teinturier n'eût déjà été présenté au nombre des hommes qui ont contribué aux progrès de l'industrie.

La garance n'est pas la seule substance par laquelle on ait remplacé la cochenille ; on est aussi parvenu à obtenir la couleur écarlate au moyen de la laque-laque ; le jury s'est empressé d'en témoigner sa satisfaction au teinturier qui a obtenu ce succès.

Teinture sur soie.

L'industrie qui s'exerce sur la soie est si importante, notre supériorité en ce genre est si reconnue, que tout ce qui tend à perfectionner encore cette belle branche de nos manufactures doit être accueilli avec reconnaissance et honorablement récompensé. La beauté et la solidité des couleurs ajoutent beaucoup au prix des plus belles étoffes, et contribuent singulièrement à les faire rechercher. Le jury a vu avec une extrême satisfaction que la fabrique de Lyon avait non-seulement perfectionné les objets qui avaient fait sa réputation, et créé plusieurs genres nouveaux de tissus, mais encore que l'art de teindre y avait fait des progrès.

La plus importante découverte qui ait été faite dans la teinture des soies, c'est l'emploi du bleu de Prusse en remplacement de l'indigo. La couleur en est plus vive, plus agréable à l'œil, et l'on est parvenu à lui

donner toutes les nuances desirables. C'est à M. Raymond qu'on doit cette découverte, et le commerce reconnaissant a donné son nom à cette belle couleur, qui n'est plus connue que sous la dénomination de *bleu-raymond*. Ce n'est pas, au reste, le seul service que M. Raymond ait rendu à l'art de la teinture pendant le temps qu'il a professé la chimie à Lyon; c'est à lui que l'on doit les procédés dont il a été parlé ci-dessus, pour extraire et rapprocher les principes colorans des substances tinctoriales. Le jury, conformément à l'ordonnance du 9 avril, a proposé la première récompense pour M. Raymond.

Teinture sur fil de lin.

On sait que le chanvre et le lin s'imprègnent des principes colorans avec moins de facilité que le coton, et que les couleurs n'y sont jamais ni aussi solides ni aussi brillantes; c'est ce qui a forcé jusqu'ici nos fabricans de mouchoirs de fil à employer le coton pour former les bandes et les carreaux rouges, violets, marron, dont on orne ces tissus. Depuis quelques années, l'industrie s'exerce pour trouver le moyen de donner ces mêmes couleurs au fil de lin ou de chanvre. Déjà, à Amiens, à Montpellier, on a obtenu des résultats qui faisaient espérer des succès. Quelques produits présentés à l'exposition réalisent presque nos espérances : on y a vu des échantillons de fils teints en rouge par la garance, qui, sans avoir la beauté de cette teinture sur coton, s'en rapprochent beaucoup; le fil est bien couvert; la couleur est unie et solide, elle a même de l'éclat.

Teinture sur coton.

Il y a à peine quarante ans que la belle couleur de garance fixée sur le coton fut importée en France par des teinturiers grecs qui s'établirent en Languedoc : ils faisaient un secret de leur procédé ; mais les Français le pénétrèrent bientôt, et dès ce moment le procédé commença à recevoir des améliorations qui en ont fait une partie importante de notre industrie. L'art ne se borne plus à produire des couleurs très-supérieures à ce qui était alors connu, soit dans le Levant, soit dans l'Inde ; il produit toutes les nuances du rouge, depuis le *rouge enfumé* de Madras jusqu'aux nuances les plus délicates du rose ; il forme depuis le marron le plus foncé jusqu'au lilas le plus clair, et il donne à toutes les couleurs une telle solidité, que les lessives les plus fortes ne peuvent les altérer.

La fabrique de Montpellier a été le berceau de cette industrie : elle fut améliorée dans les ateliers de cette ville ; mais elle passa bientôt à Rouen, et c'est là qu'elle reçut ses perfectionnemens les plus importans. Elle y a fixé et développé cette belle fabrication de tissus de cotons colorés, avec laquelle aucune partie de l'Europe ne peut rivaliser.

L'exposition de 1819 offre de nombreux produits de la teinture de coton en fil : ce qui a surtout fixé l'attention du jury, ce sont les perfectionnemens apportés dans les procédés depuis la dernière exposition.

Les opérations longues et difficiles, l'emploi successif et nécessaire de dix à douze substances différentes, toutes jugées indispensables pour donner à ces couleurs l'éclat

et la solidité qu'exige le commerce, n'avaient pas permis jusqu'ici de pouvoir se promettre des résultats constans et uniformes. Il paraît, d'après les produits qui ont été envoyés à l'exposition, que le teinturier maîtrise aujourd'hui ses procédés, de manière à faire disparaître les chances défavorables qu'il éprouvait autrefois. L'habitude et les lumières ont rendu sa marche plus sûre et ses succès plus certains.

Un autre résultat qui n'a pas moins frappé le jury, c'est que toutes les couleurs, dans tous les genres, même dans les nuances délicates, présentent une égalité, un uni qu'on n'avait pas obtenu jusqu'à ces derniers temps. Ce problème, dont on sentira toute la difficulté en réfléchissant au nombre des apprêts, à la longueur du travail à la main, et surtout à l'avivage forcé qu'on est obligé de donner pour obtenir des couleurs brillantes, paraît aujourd'hui complètement résolu.

Le jury doit ajouter que les nuances de rouge et de violet sont bien plus nombreuses et plus parfaites qu'elles n'étaient il y a quelques années.

Le jury a d'abord été embarrassé pour déterminer les récompenses entre les habiles teinturiers qui ont soumis leurs produits à son jugement; mais, après un mûr examen, il a cru devoir se fixer sur ceux qui ont présenté un grand ensemble de belles couleurs, ou des résultats frappans par leur beauté.

Les teinturiers auxquels le jury a décerné les distinctions méritées ne sont pas les seuls qui aient contribué à améliorer l'art de teindre sur coton. La teinture, dans toutes ses parties, quelle que fût d'ailleurs la matière sur laquelle on se propose de fixer la couleur, a

dû beaucoup de progrès à M. Roard, ancien directeur de l'Ecole de teinture aux Gobelins, et à M. Vitalis, professeur de chimie spéciale à Rouen. Ces deux habiles professeurs ont été présentés, en exécution de l'ordonnance du 9 avril 1819, au nombre des hommes qui ont le plus puissamment contribué aux progrès de l'industrie.

Impression sur étoffes.

L'industrie qui a pour objet l'impression sur étoffes emprunte des procédés à la mécanique, à la chimie, et doit une grande partie de ses succès à l'art du dessin. Ses progrès ont été proportionnés à ceux des arts dont elle dépend.

Impression sur étoffes de laine.

L'impression sur étoffes de laine est connue depuis long-temps : elle a produit ces étoffes gaufrées qu'on a employées pour meubles, et même pour vêtemens. On reprochait en général à ces étoffes d'être d'un goût suranné. Les impressions sur drap présentées par M. Ternaux prouvent combien le goût peut ajouter de prix à tout ce qui dépend du dessin.

Le procédé des impressions gaufrées est dû à feu M. Bonvallet, d'Amiens, qui reçut, à cette occasion, une récompense de la Société d'encouragement ; mais ce procédé n'a reçu des développemens de quelque étendue que dans l'établissement de Saint-Ouen, dont les produits ont été vus à l'exposition de cette année.

Impression sur toiles de coton.

La fabrication des toiles peintes a reçu des améliorations nombreuses et remarquables. Le goût du dessin s'est perfectionné, et l'on a trouvé le moyen de produire des couleurs que tous les efforts de l'art n'avaient encore pu obtenir.

M. Widmer, de Jouy, a découvert une couleur verte que l'on fixe sur les toiles de coton, et qui se fait en une seule fois, sans avoir besoin de combiner successivement le jaune et le bleu. Les avantages de ce vert sont reconnus dans toutes les fabriques.

On est parvenu à teindre en rouge d'Andrinople les toiles de coton en pièce, et on a donné à cette couleur une égalité et un éclat qu'on n'avait obtenus jusqu'alors que sur le fil de coton.

Les procédés mécaniques d'exécution ont été simplifiés. A l'application lente, successive et souvent inexacte des planches, on a substitué l'action rapide, continue et régulière du cylindre.

On a trouvé des agens chimiques qui ont le pouvoir de modifier la couleur, en la faisant tourner vers des nuances déterminées d'avance, ou de l'enlever tout-à-fait, de manière à reproduire le blanc sans altérer la solidité de l'étoffe. Ces agens chimiques, que, dans le langage des ateliers, on appelle des *rongeurs*, étant appliqués, par le moyen de la planche ou du cylindre, sur des toiles teintes à fond uni, y déterminent des dessins nuancés de diverses couleurs.

Par sa solidité, le rouge d'Andrinople se refusait à cette opération : on doit à M. Daniel Kœchlin de

Mulhausen la découverte des moyens qui l'y ont assujetti.

Ces nouveaux procédés ont beaucoup contribué à accélérer le travail et à le rendre plus parfait.

Maroquins.

La fabrication des maroquins s'est établie en France vers le commencement du 19e siècle. MM. Fauler, Kempff et compagnie avaient formé, à Choisy-le-Roi, une manufacture dont ils présentèrent les produits à l'exposition de l'an IX (1801).

Ces produits, comparés aux plus beaux maroquins du Levant, et à ceux des fabriques d'Europe les plus estimées, furent trouvés supérieurs; en conséquence, une médaille d'or fut donnée à ces fabricans.

Depuis 1801, la fabrication des maroquins s'est propagée : il est facile de voir, à leur beauté et à leur prix, que cet art a fait des progrès véritables, et l'on est autorisé à penser que notre industrie a dans ce genre une supériorité décidée.

M. Matler, rue Censier, n° 13, à Paris, parut, pour la première fois, à l'exposition de 1806; ses maroquins lui méritèrent une médaille d'argent. Ceux qu'il a exposés cette année sont ce qu'on a vu de plus parfait dans ce genre, sous le rapport des couleurs et sous celui de l'apprêt.

La beauté de ces produits est due aux excellens procédés de teinture employés par M. Matler, et à la perfection des machines dont il se sert pour donner la régularité au grain de ses peaux.

Les maroquins de M. Matler sont préférés, par les artistes et les ouvriers qui les emploient, à ce que le commerce étranger fournit de plus beau; cependant ils sont vendus à des prix inférieurs.

Le jury a décerné une médaille d'or à M. Matler.

Papiers.

De tous les pays de l'Europe, celui où l'art de la papeterie avait le plus de moyens de se développer était sans doute la France, où la matière première est abondante : cependant les beaux papiers nécessaires à notre consommation ont été pendant long-temps tirés du dehors.

On reprochait à nos papiers d'être faiblement collés. La macération des chiffons était peut-être poussée à l'excès : cette opération rend le chiffon plus facile à triturer, et donne une pâte plus blanche, plus moelleuse, et un papier plus propre à l'impression de la gravure en taille-douce; mais lorsque la macération a été prolongée trop long-temps, le papier est moins fort et plus difficile à coller. Nos papetiers se sont éclairés sur cette pratique; et sans renoncer aux avantages que procure la macération, ils ont appris à la conduire de manière qu'elle n'influe pas désavantageusement sur la force du papier et sur le collage. Aujourd'hui, les produits de nos premières papeteries offrent une étoffe d'une belle pâte, d'une fabrication plus régulière, et ils sont très-bien collés. On commence, dans quelques fabriques, à coller à la cuve : il est probable que cette méthode,

qui épargne de la main-d'œuvre, en augmentant la qualité du papier, se perfectionnera de plus en plus, et finira, avant peu d'années, par être généralement adoptée. Quoi qu'il en soit, les fabricans de papier doivent ne jamais perdre de vue que le collage est une opération de la plus haute importance pour leur réputation, et que c'est surtout d'après la manière dont elle a réussi que leurs produits sont jugés par les consommateurs.

L'introduction en France des papiers superfins étrangers a excité l'émulation de nos fabricans : les prix très-favorables auxquels les consommateurs ont consenti de payer ces beaux produits, donnèrent aux chefs d'établissement l'assurance d'être indemnisés des frais d'une fabrication qui demandait des soins extraordinaires. On atteignit bientôt une perfection égale à celle des plus beaux papiers étrangers. On y parvint d'abord, il est vrai, en faisant des tours de force; mais, par l'effet de la pratique et de l'exercice, ces tours de force sont devenus une fabrication habituelle et courante.

L'art de la papeterie est évidemment dans un état de progression ; chaque année, les papiers que les manufactures mettent dans le commerce se font remarquer par de meilleures qualités, et les procédés du travail se perfectionnent de jour en jour.

La première idée de faire le papier à la mécanique est née en France en 1798. M. Robert prit, à cette époque, un brevet d'invention pour une machine à faire du papier en grande dimension; il obtint même un encouragement du Gouvernement : ce n'est qu'en 1811 qu'il a été formé un établissement où la fabrication courante est entretenue par des machines. C'est cet établissement dont on

a vu au Louvre les papiers en grandes dimensions, qui attiraient l'attention du public, sans doute à cause de la nouveauté; car la grandeur des dimensions n'est pas l'objet principal de l'art.

Les produits de la fabrication par machines n'ont pas encore atteint, pour les qualités superfines, la perfection des papiers faits à la main par les ouvriers les plus habiles; cependant il est vrai de dire qu'ils sont constamment bons pour les qualités les plus usuelles. Une émulation favorable aux progrès de l'art semble devoir s'établir entre les deux modes de travail. On sait que plusieurs artistes s'occupent avec succès du perfectionnement des machines, ou d'en créer de nouvelles. Il paraît certain, par exemple, que des mécaniciens sont parvenus à faire à la machine, par un procédé simple et sûr, du papier à vergeures. C'est une partie du problême qui n'avait pas été résolue en France jusqu'à présent.

Papiers peints.

Nos fabriques de papiers peints sont arrivées à un haut degré de perfection. La France doit sa supériorité dans ce genre à la culture du dessin, qui est plus généralement entrée dans l'éducation des classes industrieuses, et dont la connaissance s'est répandue parmi les personnes aisées formant la classe des consommateurs, dont le jugement finit toujours par déterminer la direction que les fabricans donnent à leur travail. Cette supériorité se soutiendra tant que les fabricans continueront à consulter les artistes les plus distingués par la fécondité de leur imagination et la délicatesse de leur goût. Il faut

aussi qu'ils sachent se contenir dans les limites prescrites à leur art, par l'espèce même des moyens dont il fait usage, et qui ne lui permettent de rivaliser avec la peinture que dans les imitations qui présentent peu de difficultés.

Une autre condition est imposée à cet art par la nature des matériaux qu'il emploie. Ils sont peu durables et sujets à des renouvellemens fréquens. On aime aussi à changer les tentures de papiers peints, ou parce qu'elles ont perdu leur fraîcheur, ou parce qu'elles sont passées de mode. Que les renouvellemens aient lieu par nécessité ou par choix, il est constant qu'on veut pouvoir les faire souvent; dès-lors il ne faut pas qu'ils entraînent à de trop grandes dépenses; on trouverait, à la longue, qu'il est plus économique d'avoir des tentures plus durables. Il faut donc éviter d'entreprendre les décorations dont l'exécution demande des frais de main-d'œuvre hors de proportion avec la durée du produit.

Instrumens à cordes et à archet.

Il s'est fait une innovation avantageuse et importante dans la construction des violons et des autres instrumens à cordes qui en approchent : on est parvenu à donner à ces sortes d'instrumens, par l'effet seul de la construction, les qualités qu'on croyait ne pouvoir être produites que par le temps, et qui font rechercher dans le commerce les violons de Stradivarius et des anciens luthiers italiens. Cette amélioration est due à M. Chanot, ancien élève à l'Ecole polytechnique, qui, en modifiant

d'une manière raisonnée la forme de toutes les parties du violon, a trouvé le moyen de produire des sons aussi riches, aussi pleins et aussi doux que ceux que l'on obtient des vieux violons. Ce nouvel art produit, pour cent écus, des instrumens qui, au jugement des plus habiles professeurs de Paris, font le même effet que des violons qui se paient ordinairement mille écus.

Les qualités des violons de M. Chanot ont été constatées par l'Académie royale des Sciences et par celle des Beaux-Arts. M. Boucher, dont le grand talent sur le violon est connu de toute l'Europe, a fait entendre à ces sociétés savantes les violons de M. Chanot, comparativement avec les instrumens du même genre reconnus pour les meilleurs de la capitale. Ceux de M. Chanot ont soutenu avec avantage le parallèle pour toutes les qualités qui font l'excellence des violons anciens.

Tondeuse.

La plus belle machine qu'on ait vue à l'exposition est sans contredit la *Tondeuse*, ou machine à tondre les draps; elle a été exposée sous les noms de M. le baron Poupart de Neuflize, manufacturier à Sedan, Louviers et Elbœuf; de M. Sevenne (Auguste), négociant à Paris; et de M. Collier (John), ingénieur-mécanicien.

Cette machine est mise en action par un moteur appliqué à une manivelle; elle peut être mue à bras, ou par un manége, ou par un cours d'eau, ou par une machine à vapeur. Le drap est tondu par une action continue et sans interruption. L'opération de la tonte est exécutée avec une célérité extraordinaire.

Le jury a sous les yeux les déclarations délivrées par dix manufacturiers d'Elbœuf qui emploient la tondeuse dans leur fabrication. Depuis qu'ils connaissent cette machine, ils ont renoncé à tous les autres moyens de tonte; ils se louent de la célérité de son travail et de la bonté de l'ouvrage qu'elle exécute.

Le jury a décerné à MM. de Neuflize, Sevenne et Collier, une médaille d'or.

L'étendue que cet extrait a déjà acquise nous force de supprimer tout ce qui, dans le rapport, est relatif à la fabrication des tapis, à l'orfévrerie, à la bijouterie, aux bronzes ciselés, à l'ébénisterie, à la topographie, etc.; nos artistes, au demeurant, ont sur tous ces objets une réputation si bien établie qu'il semblerait difficile d'y rien ajouter. Quant à la fabrication des instrumens de précision, le jury a pu se convaincre que, grâce aux travaux de MM. Fortin et Gambey, nous n'avons plus rien à envier aux étrangers dans ce genre, et que les lunettes astronomiques de MM. Lerebours et Cauchois ne sont pas inférieures aux meilleures lunettes anglaises.

Le strass et les pierres colorées factices que M. Douault-Wiéland a exposées ne le cédaient point pour l'éclat aux plus belles pierres précieuses naturelles; nous en ferons connaître la composition dans le Cahier prochain.

Observations *sur la Circulation du suc dans le* Chara (1).

Mémoire de M. le Professeur J.-B. Amici.

(Traduit par M. Fresnel jeune des *Memorie della Società italiana delle scienze residente in Modena*. T. XVIII, p. 183.)

Aussitôt que je fus en possession d'un microscope catadioptrique de ma construction, je m'occupai de faire une collection d'objets dont la petitesse permît de juger de la force de l'instrument, ou dont la structure singulière, en offrant un aliment à ma curiosité, pût me conduire en même temps à quelque utile découverte sur leur organisation.

Parmi le grand nombre d'objets que j'avais recueillis, le *chara vulgaris,* petite plante aquatique, dans laquelle M. Corti avait découvert, dès 1774, une circulation de lymphe, attira principalement mon attention.

Le phénomène particulier de l'ascension et de la descension visibles du fluide me frappa tellement que je résolus de coordonner et de suivre une série d'expériences sur cette plante.

Et attendu que l'excellence de mon microscope m'a

---

(1) Nous avons pensé que les abonnés des *Annales* liraient avec plaisir cet intéressant Mémoire de Physiologie végétale; dans un des Numéros prochains, nous leur ferons connaître le nouveau microscope dont M. Amici s'est servi.

(R.)

permis de découvrir dans le chara de nouvelles lois de mouvement du suc, et aussi de nouveaux organes échappés à l'attention de cet ingénieux observateur, j'ai cru qu'il ne serait pas inutile d'en rendre compte au public; ce que je vais faire d'une manière succincte, en suivant l'ordre même dans lequel les diverses observations sont enregistrées dans mon journal.

Le chara, au reste, n'est pas l'unique sujet de cet écrit; mais ayant présumé que le mouvement du suc dans les autres végétaux pouvait bien se faire de la manière et par la cause que j'indique au sujet du chara, je me suis aussi occupé de l'anatomie de quelques parties d'autres plantes, pour appuyer mes conjectures. Par là, j'ai été conduit à dire quelque chose en passant de mes observations sur les trous des tubes poreux de M. Mirbel, objet de tant et de si vives contestations, et sur les fonctions de ces vaisseaux dans l'économie végétale.

2 octobre 1814. 1re *Observation.*

Dans les grosses racines du chara, on voit circuler un liquide (*un umore*). Parmi les particules blanches et transparentes, de forme globulaire et de grosseurs diverses, qui sont en mouvement dans le tube de la racine, les unes se dirigent de bas en haut, les autres de haut en bas. Ces dernières sont contenues dans une moitié du tube cylindrique; les autres occupent le reste de sa capacité.

A chaque extrémité du tube est une excroissance ou nœud; là, les particules en mouvement passent des canaux de descension aux canaux d'ascension ou *vice versâ*,

et cela d'une manière continue ; en sorte qu'on voit la même molécule refaire sans cesse le même circuit.

Les nœuds qui terminent le tube sont entourés de racines capillaires.

Le même mouvement se remarque dans les rameaux verts de la plante, et s'effectue toujours d'un nœud à l'autre.

Dans l'intérieur de chaque nœud est un diaphragme qui rend le cours du fluide dans un tube indépendant du cours du fluide dans le tube suivant.

On ne découvre aucun mouvement dans les tubes qui ne sont pas fermés par deux diaphragmes.

Quelques tubes sont tortueux, et la circulation s'y fait en spirale, de manière que les canaux ascensionnels qui se trouvent d'abord à droite passent à gauche, et réciproquement.

Dans les racines capillaires, on observe aussi de très-petites molécules qui circulent continuellement entre un nœud et l'autre.

Si l'on coupe transversalement un tube vert de la plante en un lieu quelconque, on le trouve composé d'un grand tube central entouré d'autres petits tubes semblables, comme on le voit dans la figure 1re, qui est dessinée sur une échelle soixante fois environ plus grande que nature.

Si la section est faite près du nœud, on découvre alors le diaphragme qui termine et bouche hermétiquement le grand tube ; on voit aussi les fermetures des autres petits tubes, quoique moins distinctement, à cause de la multitude des rameaux qui concourent en cette partie.

La section transversale des tubes des racines ne montre

qu'un seul canal cylindrique circonscrit par une membrane très-mince.

5 octobre 1814. 2e *Observation.*

Dans quelques tubes de notre plante, on voit très-distinctement de grands amas de petites particules ou globules réunis sous la forme d'une sphère dont le diamètre comprend jusqu'aux trois quarts du diamètre du tube. Ces gros corps, en conservant leur figure sphérique, tournent autour d'un axe perpendiculaire à celui du tube, dans le sens même des deux courans du fluide. Outre le mouvement de rotation, quelques-uns de ces corps acquièrent un mouvement progressif ou de translation dans la longueur du tube; mais ce mouvement ne se continue pas long-temps dans la même direction; car si le corps, par exemple, a parcouru un certain espace vers le diaphragme supérieur, il rétrograde pour reprendre ensuite sa direction première, et se meut ainsi par oscillations dans les limites du tuyau qui le contient. Ces oscillations ne sont cependant pas égales en longueur; mais les unes prévalant sur les autres, et cela sans aucune loi, portent peu à peu le grand amas d'une extrémité à l'autre du tube.

Les particules transportées par les courans, venant à rencontrer le gros corps qui occupe la plus grande partie de la largeur du tube, se meuvent avec lui, appuyées sur sa superficie, et l'abandonnent aussitôt qu'elles sont arrivées au vide existant entre ce corps et la paroi du tube, d'où elles dégorgent pour continuer leur chemin. C'est ainsi que la particule *Q* (fig. 11) qui appar-

tient au courant *AB*, venant à rencontrer le gros corps *C*, s'écarte de la ligne droite pour parvenir en *M*, d'où elle passe de l'autre côté et reprend son cours rectiligne.

On reconnaît que le grand amas dont il est ici question est une sphère, parce qu'il conserve l'apparence circulaire dans toutes les situations du tube par rapport à l'observateur.

Si l'on coupe le tube par un bout, le corps en rotation sort par l'ouverture en se disséminant dans l'eau, et quelquefois en crevant dans l'air comme une bulle de savon.

Ces amas se forment à l'improviste dans l'intérieur du tube ; quelquefois une brusque secousse détermine leur apparition.

10 avril 1815. 3e *Observation.*

Si l'on serre tout doucement un tube de chara au moyen d'un fil très-ténu, ou mieux, si on le plie en lui faisant faire un angle aigu, la circulation qui se faisait d'un nœud à l'autre se divise en deux, et l'étranglement fait l'office de nœud intermédiaire. Que l'on supprime ce diaphragme artificiel, le liquide reprend peu à peu son cours précédent ; ce qui pourtant n'aurait pas lieu si l'étranglement avait été trop prolongé, et si la plante était blessée dans cette partie.

Le diaphragme artificiel une fois fait, on peut couper en entier le tube supérieur ou inférieur, et la circulation n'en continue pas moins entre le nœud réel et le nœud artificiel.

Un plus grand nombre d'étranglemens dans le même

tube donne lieu à un nombre correspondant de courans ascendans et descendans partiels.

17 avril 1815. 4e *Observation.*

Ayant couché sur le porte-objet un gros et vigoureux tube de chara, de manière que le plan qui divise les courans passe par l'œil de l'observateur, on remarque que les molécules ascendantes à droite et descendantes à gauche se meuvent avec des vitesses diverses, sélon leurs positions respectives.

La plus grande vitesse a lieu contre les parois latérales du tube ; elle décroît à mesure qu'on s'en éloigne, et est enfin la plus petite possible dans le plan qui sépare les courans.

Les particules situées dans ce plan sont pendant quelque temps dans un état de repos parfait ; elles commencent ensuite à s'ébranler, oscillent lentement dans le sens de la longueur du tube, et se déterminent enfin à suivre le canal d'ascension ou le canal de descension.

L'on voit aussi de grands et de petits globules qui, chemin faisant, venant à rencontrer des obstacles ou à être choqués par d'autres corpuscules en mouvement, s'écartent de leur direction première, et s'approchent du plan du fluide immobile : après quelque repos dans cette région du tube, ils passent dans le courant contraire ou rentrent dans leur voie.

Maintenant, si l'on dispose le tube de manière que le plan de séparation des deux canaux soit perpendiculaire au rayon visuel de l'observateur, auquel cas les courans paraissent superposés, on voit alors que les molécules

qui marchent dans les parties supérieures du tube ainsi placé se meuvent avec une vitesse plus grande que celles qui sont au-dessous.

La distance des molécules à la paroi supérieure du tube se juge aisément d'après le mouvement qu'il faut donner au porte-objet pour amener à la vision distincte les diverses parties de l'objet même que l'on considère.

L'on reconnaît d'une manière semblable et avec la même facilité dans quel lieu du tube est le plan de séparation des deux courans ; car, si on élève le porte-objet de la moitié environ du diamètre du tube de la plante, le fluide qui coulait de gauche à droite, par exemple, dans la région supérieure, paraît alors couler de droite à gauche dans la région inférieure, encore bien qu'on n'en ait pas une vision très-nette, à cause de l'obscurité produite par le canal supérieur.

Ces observations, répétées plusieurs fois et vérifiées de nouveau dans le cours des deux années 1816 et 1817, me convainquirent que le mouvement du suc dans cette plante s'opère dans un seul et même tube fermé à ses extrémités par deux diaphragmes, et qu'une moitié du cylindre fluide monte, tandis que l'autre moitié descend, les courans contraires restant en contact absolu, sans qu'aucun cartilage divise le tube en deux.

La section transversale du tube radical qui ne découvre qu'un seul conduit (*obs.* 1); le diaphragme artificiel par le moyen duquel on détourne le cours du suc partout où l'on veut (*obs.* 2); le gros corps qui, en tournant sur lui-même dans le sens des courans, parcourt librement toute la longueur du tube (*obs.* 3); les divers degrés de vitesse des corps transportés par le fluide, et le

passage de ces corps d'un courant à l'autre avant l'accomplissement d'une révolution entière (*obs.* 4) ; tous ces faits réunis me paraissent établir d'une manière indubitable la nature du mouvement.

M. l'abbé Corti, qui le premier observa cette circulation, ne parvint pas, à l'aide de son microscope construit par Dollond, à découvrir qu'elle s'opère dans un même tube, et ne le soupçonna pas davantage, peut-être parce qu'un phénomène aussi singulier lui aurait paru inexplicable ou même absurde.

Il crut *que les canaux étaient au nombre de deux, en forme de tube recourbé, ou ayant une paroi commune. La substance des deux grands vaisseaux lui parut un tissu très-délicat de petites fibres longitudinales et de cellules très-fines ; mais il demeura indécis sur la question de savoir si ces canaux étaient au nombre de deux seulement, ou en plus grand nombre et réunis sous l'apparence de deux, ou bien épars dans l'intérieur d'une substance spongieuse comme celle du jonc, entre les fibres de laquelle le fluide circulerait.*

S'il était très-intéressant, comme l'a dit M. Bonnet, de connaître la force qui met en mouvement les corpuscules observés par M. Corti, assurément il ne serait pas moins important de découvrir la cause du mouvement admirable d'un fluide qui circule, ainsi que nous le reconnaissons aujourd'hui, dans l'intérieur d'un tube cylindrique simple, suivant un mode incompatible avec les lois de l'hydraulique que nous connaissons (1).

---

(1) L'abbé Corti espérait que le *chara translucens major* de Le Vaillant serait d'un puissant secours pour

La plupart des savans auxquels j'ai eu le plaisir de communiquer mes observations m'ont encouragé à m'occuper de cette recherche, et quoique j'en aie senti toutes les difficultés, je l'ai néanmoins tentée au commencement de la présente année (1818), en débutant par un examen plus attentif de la membrane qui forme l'enveloppe du tube principal de la plante (1).

Cette membrane qui est très-mince, ainsi que je l'ai remarqué dans les premières observations, m'offrit un grand nombre de traces linéaires, parallèles et également distantes, qui, dans certains tubes, s'étendaient longitudinalement, et dans d'autres formaient des spires autour de leur surface.

---

obtenir, comme il le dit, *la solution du grand problême qui consiste à trouver les causes par lesquelles s'accomplit la circulation du fluide dans les parties du chara. Problême*, ajoute-t-il, *que je n'ai pu résoudre d'après les connaissances que m'ont fournies les espèces de chara que j'ai examinées.*

(1) Parmi le grand nombre de personnes recommandables auxquelles j'ai montré mes expériences sur le chara, ou à qui j'en ai parlé avant 1818, je fais gloire de nommer les suivantes : à Modène, S. A. R. l'archiduc Maximilien d'Autriche d'Est, et S. A. S. Mr le prince de Metternich, qui, à diverses époques, honorèrent de leur présence mon cabinet d'optique; le professeur Barani, le prof. Giovanni Fabriani, le prof. Paolo Ruffini : à Florence, S. A. R. l'archiduc Léopold, le comte Gir. Bardi, le prof. Paoli, le prof. Targioni Tozzetti : à Rome, le prof. Mauri, le prof. Morichini, le prof. Sébastiani : à Naples, le prof. Cav. Monticelli, le prof. Cav. Tenore, le colonel Visconti.

La figure III représente l'aspect des stries longitudinales, et la fig. IV celui des stries en spirale.

Or, il arrive toujours que le suc de la plante monte ou descend suivant la direction des stries; en sorte que si le fluide monte directement par *AB* (fig. III), on le voit ensuite descendre directement selon *CD*; que s'il monte obliquement par *MN* (fig. IV), il descend alors suivant *PQ*, monte suivant la bande immédiatement supérieure *RS*; en sorte que l'on voit les courans alternativement dirigés vers les deux côtés du cylindre.

C'est une chose digne de remarque qu'entre les stries suivant lesquelles le courant monte et celles suivant lesquelles il descend, il y a constamment un espace vide de stries, qui pourrait en comprendre cinq, six, ou même davantage.

Cet espace, dépourvu de raies, est marqué tant dans la figure III que dans la fig. IV; et il faut bien observer que dans chaque tube il y en a toujours deux d'une égale amplitude, de chaque côté desquels les bandes striées sont semblablement et également disposées.

C'est dans le plan que nous pouvons concevoir, comme passant longitudinalement par les lignes qui divisent en parties égales les bandes des membranes opposées et dépourvues de raies, que se trouve toujours la limite des courans où le liquide est comme stagnant.

La membrane du tube est lisse, transparente et blanche, tandis que ses stries sont d'une couleur verte. Une observation attentive fait voir que les stries sont adhérentes à la surface interne de la membrane; et j'ai remarqué que la vitesse du fluide était constamment plus grande dans les tubes dont les stries étaient plus forte-

ment exprimées et plus rapprochées les unes des autres.

Une circulation moins rapide a lieu quand les stries sont en petit nombre ou interrompues ; elle cesse tout-à-fait quand les stries sont complètement désorganisées. Si elles conservent une bonne organisation dans toute la longueur du tube, à l'exception d'une seule partie où je les supposerai décomposées en totalité ou en grand nombre, il se fera dans cette partie un étanchement de suc et une duplication de courans, comme dans le cas de l'observation 3.

Ces expériences me firent aussitôt soupçonner que la présence de ces stries avait la principale influence dans la détermination du fluide au mouvement.

Cela fit que j'examinai avec un redoublement d'attention la nature de ces organes et le phénomène de leur désorganisation, et quelquefois de leur disparition totale.

Or, j'ai trouvé, à l'aide des plus forts grossissemens de mon instrument, que les stries ne sont pas d'une seule pièce, comme on le croirait à la première vue, mais consistent réellement dans la réunion d'un grand nombre de corpuscules verts adossés l'un à l'autre comme les grains d'un chapelet, ainsi que le représente la figure v, construite sur une échelle cent mille fois aussi grande que nature.

Ces corpuscules adhèrent à la paroi interne de la membrane ; ils peuvent s'en détacher par l'effet d'une secousse ou d'un choc quelconque, et alors ils se disséminent ou forment un amas confus dans l'intérieur du

tube, où il est facile de les distinguer par leur couleur verte des autres globules qui y sont en mouvement.

Si l'on coupe transversalement le tube de la plante, les corpuscules des stries qui se trouvent dans le voisinage de la section sortent avec le suc sans s'unir avec lui ; mais s'agglomérant entre eux, ils se répandent çà et là dans l'eau.

Cependant tous les corpuscules verts ne sortent pas par l'ouverture ; quelques-uns demeurent attachés à la membrane, et j'ai observé que les plus éloignés de la section restent comme enfilés sous l'aspect de petits chapelets, qui d'ailleurs, ne conservant plus leur tension primitive, se courbent irrégulièrement, les uns se rapprochant, les autres s'éloignant entre eux, comme le représente la figure VI.

Du reste, il dépend de l'observateur de faire disparaître toutes les stries en forçant les corpuscules qui les composent de sortir par l'ouverture ; il suffit pour cela d'une pression exercée sur la membrane.

Alors la membrane même qui forme le tube reste limpide et transparente, presque à l'égal d'un tube de verre.

Pour se faire une idée plus exacte de la manière dont sont disposés les corpuscules qui forment les stries, il faut recourir à la fig. VII, qui représente la section transversale du tube du chara. *ANBM* est la membrane du gros tube dépouillé de son écorce et des tubules extérieurs qui l'environnent. Les points noirs de l'intérieur indiquent les globules constitutifs des stries, dont le nombre s'élève quelquefois au-delà de cent pour un même tube. *AB* indique les espaces dépourvus de chapelets, dont la largeur est pour chacun d'un vingt-

cinquième environ de la circonférence du tube. C'est ici le lieu de remarquer, au sujet des chapelets extrêmes situés de part et d'autre de la partie de la membrane qui en est privée, que je ne les ai jamais trouvés complets. Maintenant c'est dans la direction *AB* que se trouve la limite des deux courans qui se meuvent en sens contraire. Le plus haut degré de vitesse du fluide ascendant a lieu en *M*, et la plus grande vitesse du fluide descendant est dans la région diamétralement opposée en *N*.

Je ne saurais dire si les systèmes opposés de stries qui tapissent intérieurement la longueur du tube se joignent ou non dans ses extrémités. J'ai isolé plusieurs fois un tube en coupant son antécédent et son suivant, afin de mettre les diaphragmes à découvert; mais quoiqu'on reconnût très-bien à travers ces diaphragmes le cours du suc et son inflexion, il ne m'a pas été possible de prononcer sur l'existence ou la non-existence des stries adhérentes au diaphragme même.

Il ne me reste aucun doute sur la manière dont s'effectue la sortie du suc par une section transversale du tube. J'ai observé que le fluide se répand au dehors, non pas par la totalité de la section circulaire, mais seulement par une moitié (sous forme de jet), et précisément par la moitié occupée par le courant qui était dirigé vers la section même.

Le fluide appartenant au courant contraire ne sort pas qu'il n'ait fait auparavant au moins une fois le tour du nœud. Je dis *au moins une fois*, parce que j'ai vu une molécule qui se trouvait dans le voisinage de la section, mais en chemin vers le nœud, monter et redescendre plusieurs fois avant de sortir du tube.

J'ai déjà remarqué que si l'on coupe un tube transversalement, les stries, qui d'abord étaient tendues et parallèles, s'infléchissent en quelques endroits, en sorte que les unes se rapprochent, tandis que les autres s'écartent entre elles. Maintenant, si l'on comprime un peu l'embouchure de la section afin d'empêcher l'entière déperdition du suc, la circulation continue encore. Or, j'ai observé que, dans ce cas, les particules en mouvement suivent constamment la route qui leur est tracée par les stries (quoique dérangées de leur situation primitive), et se prêtent, dans leur marche, à toutes leurs sinuosités. De plus, ces mêmes particules, et cela est bien digne d'une remarque particulière, ces particules ne suivent pas seulement les voies tortueuses déterminées par la disposition des stries; elles acquièrent encore une accélération de vitesse quand elles arrivent aux lieux où les stries se sont resserrées, et où par conséquent il s'en trouve un plus grand nombre dans un espace égal.

Après tout cela, il restait encore à soumettre notre chara à quelque épreuve chimique. Le vinaigre est le seul agent que j'aie employé; et je n'ai pas seulement vérifié la cessation du mouvement du suc produite par ce liquide, et observée par M. Corti; mais j'ai reconnu que si l'on coupe un tube transversalement (après l'avoir plongé pendant un instant dans cet acide), le suc ne sort plus de lui-même; et qu'alors pour vider le tube, il devient nécessaire de le comprimer.

De là résulte encore le phénomène particulier que les corpuscules verts ne se répandent plus dans l'eau en amas informes et confus, mais sortent séparément, et offrent encore des fragmens de chapelets qui semblent liés par

une membrane excessivement ténue, et beaucoup plus subtile que celle du tube auquel ils étaient adhérens.

La fig. VIII montre les amas de corpuscules sortis sans avoir éprouvé l'action du vinaigre, et la fig. IX indique la disposition des mêmes corpuscules, après qu'ils ont subi l'action de cet acide.

Ces dernières observations ont toutes été faites, dans l'année 1818, avec de grands tubes de chara pris sur des rameaux verts que je dépouillais légèrement des tubules extérieurs qui les environnent.

Quand je commençai à examiner la marche du suc dans cette plante, je me servis, ainsi que je l'ai dit, des racines qui sont transparentes dans leur état naturel, et n'offrent aucune trace de tubes circonvoisins.

Parmi ces racines, il en est de grosses qui présentent bien, à la vérité, les stries de corpuscules dont nous avons parlé, mais non pas d'une manière aussi distincte que les tubes des rameaux, et cela parce que les corpuscules y sont d'un diamètre moindre, et quelques-uns d'un vert moins intense et presque entièrement transparens; ce qui fait qu'au premier aspect les stries semblent interrompues.

Dans les racines capillaires et jusque dans les filets extrêmes, on voit manifestement circuler des corpuscules d'un nœud à l'autre, de même que dans les gros tubes; mais le plus fort grossissement du microscope ne saurait faire distinguer dans le tubule le plus transparent la moindre trace de rayure.

Je n'infère pas de là, même pour les derniers tubes de la plante, que ces tubes soient dépourvus de corpuscules semblables à ceux que nous avons décrits, et sembla-

blement disposés dans l'intérieur de la membrane ; mais je trouve plus raisonnable de conclure en disant que leur petitesse et leur parfaite transparence les dérobent à nos regards. En effet, ayant confronté le diamètre du tube de quelques petites racines capillaires, dans lesquelles je voyais clairement de petits corps en mouvement, avec celui d'un tube pris dans les rameaux, je l'ai trouvé quinze fois moindre. D'autre part, le diamètre des plus gros corpuscules verts des chapelets de grands tubes ne dépasse point $\frac{1}{5460} = 0,000183$ de pouce ; si donc l'on conserve la proportion pour les racines capillaires, la largeur de leurs stries devra être de $\frac{1}{5460 \times 15}$ de pouce, quantité absolument invisible, même avec les plus forts grossissemens de mon instrument.

Les tubules qui entourent le grand tube ou tube principal des rameaux du chara ne devaient pas rester sans examen. Les observations que j'ai faites sur ces parties de la plante m'ont fait connaître qu'ils sont formés d'une membrane semblable à celle du tube principal, mais beaucoup plus mince ; qu'ils contiennent dans leur intérieur les mêmes stries formées de corpuscules encore plus verts, et qu'enfin il s'opère dans ces tubes une circulation en tout semblable à celle qui se passe dans les grands tubes de la plante. Quoique je me sois assuré, à plusieurs reprises, de l'existence de ce dernier fait, néanmoins je ne l'ai pu observer qu'avec beaucoup de peine, en raison de la grande difficulté que l'on rencontre à dépouiller les tubules de leur enveloppe opaque sans les déchirer.

Quelques-uns de ces tubules ne s'étendent pas dans toute la longueur du grand tube sur lequel ils s'appuient ;

mais là où l'un d'eux se ferme et se termine, un autre prend naissance, un troisième s'implante sur le second, et ainsi de suite, jusqu'au nœud qui termine le tube central. Un autre fait est que la direction des tubules extérieurs est parallèle à la direction des stries internes du grand tube, c'est-à-dire, que si les tubules extérieurs sont droits, les stries du tube central sont pareillement droites; que si, au contraire, les tubules extérieurs enveloppent le tube majeur en forme d'hélice, les stries de ce dernier sont aussi des hélices : cela fournit un moyen de juger extérieurement et sans lever l'écorce de la marche du fluide dans le grand tube.

D'après l'inspection de la figure 1re, qui représente la section transversale d'un rameau vert du chara, il semble que chacun des tubules extérieurs ait trois parties de sa paroi communes, l'une avec le tube central, les deux autres avec les tubules voisins.

Telle est en effet cette apparence qu'elle a encore lieu sous le microscope à réflexion, dont le plus fort grossissement ne peut faire distinguer la séparation des membranes. Mais on peut reconnaître, par un moyen mécanique, que chaque tube a une membrane propre qui l'environne, et cela en enlevant entièrement le tube central et en détachant un à un les tubules extérieurs; ce qui s'exécute sans difficulté.

Après avoir exposé purement et simplement tout ce que j'ai observé sur l'organisation de notre chara et sur les lois du mouvement du suc dans cette plante, qu'il me soit permis de faire ici une réflexion : c'est qu'aucune des causes qui ont été si ingénieusement imaginées pour expliquer l'ascension du fluide dans les autres végétaux

ne saurait être appliquée d'une manière plausible au cas qui nous occupe.

La nature du mouvement qui a lieu dans l'intérieur des membranes du chara exclut évidemment l'hypothèse d'une action capillaire dans les tubes, et d'un vide occasioné par la transpiration.

La contraction et la dilatation alternatives de la fibre argentée de Knight ne peuvent pas non plus avoir lieu ici, par la double raison que cette fibre argentée manque dans le chara, et que quand même elle s'y trouverait, elle ne pourrait pas produire le double mouvement observé. Si l'on prend un boyau plein de liquide et fermé par ses deux bouts comme le sont les tubes du chara, et qu'on le presse tantôt plus tantôt moins, au moyen d'un poids, ce qui équivaudrait à l'action de la fibre argentée, le fluide ne prendra assurément aucun mouvement régulier, et tout au plus il se fera jour à travers le boyau.

On peut en dire autant de l'irritabilité par laquelle le Dr Thomson explique l'épanchement du fluide laiteux qui se fait par les deux sections extrêmes d'un rameau ou d'une feuille d'euphorbe.

Si la membrane du chara, mise en état d'irritation, produisait un choc sur le fluide, de manière à l'ébranler, ce fluide sortirait par tous les points de la section transversale du tube, et non pas seulement par une moitié de cette section, ainsi que la chose se passe. D'autre part, on devrait apercevoir une contraction du tube ou une diminution de son diamètre; ce qui n'arrive pas.

Il me paraît également impossible d'admettre que le mouvement de rotation dérive, ainsi que le dit Targiani,

au sujet des observations de Corti, du choc que le fluide éprouve le long des cavités des cellules, en passant d'un canal étroit dans un canal plus large, par suite de la raréfaction produite par la chaleur.

Dans notre chara, il s'agit d'une chambre unique, isolée et fermée par une seule et même membrane dont on ne peut pas dire que les pores invisibles laissent un passage au fluide. D'ailleurs, comment le reflux pourrait-il s'étendre à une distance égale à soixante-neuf fois environ la largeur du canal avec une aussi grande régularité (1)?

Si l'on fait bien attention à la nature et aux circonstances du mouvement du suc dans le chara; si l'on considère que ce suc est stationnaire par-tout où les chapelets de corpuscules manquent, qu'il coule d'autant plus vite qu'il est plus voisin de ces mêmes chapelets, qu'il acquiert une accélération de vitesse là où les chapelets sont en plus grand nombre, et qu'il se meut toujours selon leur direction, il me semble qu'on ne pourra se refuser à croire que la cause motrice réside dans les corpuscules verts qui les composent.

Mais comment ces corpuscules peuvent-ils imprimer au fluide un semblable mouvement? J'abandonne la solution de cette question aux savans accoutumés, dans leurs profondes recherches, à pénétrer les secrets de la nature, et je me permettrai seulement d'énoncer une conjecture que j'ai formée, savoir : que les chapelets du chara sont autant de piles voltaïques.

Cette opinion est fortifiée par la faculté qu'a le courant

---

(1) Le diamètre d'un tube de chara de moyenne grandeur (un pouce de long) a été trouvé de $0^{\text{pouc.}},0145$.

galvanique de transporter l'eau du pole positif au pole négatif, en lui faisant traverser les pores auparavant imperméables d'une vessie, et en élevant le fluide au-dessus de son niveau, comme le constate l'expérience de M. Porret (1).

L'anatomie du houblon et du *tropeolum* semble ajouter quelque poids à l'hypothèse des piles.

On sait que ces deux plantes donnent, dans quelques circonstances, des indices manifestes d'électricité (2). Mais ces mêmes plantes sont aussi très-riches en corpuscules semblables à ceux des chapelets du chara. A la vérité, on ne les y trouve pas disposés avec autant de symétrie ; mais cela peut bien tenir au dérangement que la plante subit quand on la coupe, comme cela arrive, même dans le chara, quand on ne le traite pas avec tout le ménagement possible.

Il y a toute apparence que les corpuscules du chara sont de l'espèce des petits grains de Sprengel, qui se trouvent entre les cellules des autres plantes, et qui affectent quelquefois une disposition régulière.

---

(1) Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, t. II, p. 137.

(2) *Tropeolum majus.*

Flores ante crepusculum fulminant.

Observante E. C. Linæa.

Humulus lupulus.

Murmur electricum, quasi remotissimum tonitru, vento exagitante humuli palos, quid?

Wild. Sp. pl., pag. 769.

Ces grains, suivant l'opinion de MM. Mirbel et Link, sont de nature amilacée, saline ou résineuse.

Serait-il donc possible que la circulation du suc dans les autres végétaux s'opérât d'une manière analogue à celle qu'on aperçoit dans le chara? La cause motrice serait-elle effectivement celle que j'ai soupçonnée? Tel est le sujet de recherches auquel j'ai été conduit; il est digne, si je ne m'abuse, de l'attention des naturalistes et des physiciens. Combien d'autres phénomènes dans le monde végétal qui, en adoptant mon hypothèse, recevraient une explication plus facile! Mais il faut ici des faits, et je vais exposer nûment ceux que j'ai pu recueillir de l'anatomie de quelques autres plantes.

On s'est beaucoup occupé de la question de savoir si les tubes poreux décrits par M. Mirbel sont véritablement perforés ou simplement parsemés de globules ou protubérances disposés symétriquement, lesquels, par une illusion d'optique, feraient voir un trou dans leur centre.

Or, il me faut confesser ici que je souhaitais de voir se vérifier l'existence des globules, attendu que la théorie de M. Mirbel voulant que le suc monte par ces grands vaisseaux, le phénomène se serait en quelque manière concilié avec mon hypothèse. Mais quelles que fussent mes préventions sur la nature de ces organes, des observations réitérées m'ont finalement convaincu qu'au milieu des excroissances ou bourrelets de la membrane du tube il y a réellement une ouverture; et comme c'est là une des questions capitales de l'anatomie des plantes, je crois qu'il ne sera pas inopportun d'entrer dans le détail des investigations auxquelles j'ai soumis ces organes, et des procédés que j'ai employés pour écarter les illusions.

Les tubes poreux que je considérai d'abord furent pris sur les plantes dont les noms suivent : *simphytum officinale*, *cucurbita pepo*, *anethum fœniculum*, *humulus lupulus*, *sassafras*, *schinus molle*, *asclèpias syriaca*, *etc.*

Rien ne fut plus facile que de les distinguer des autres organes des plantes en en coupant des tranches extrêmement minces, et les immergeant dans une goutte d'eau posée sur un verre très-limpide du porte-objet microscopique; mais quelques efforts d'attention que je fisse pour reconnaître si les excroissances de la membrane du tube étaient ou non perforées, je ne pouvais réussir à fixer mon opinion. Dans certaines positions, les trous me semblaient manifestement ouverts; dans d'autres, au contraire, ils me paraissaient fermés. J'essayai de modifier l'intensité de la lumière, d'en changer la direction, de varier les grossissemens; le tout en vain.

Dans cet état d'incertitude, je changeai le mode d'observation, et au lieu d'éclairer l'objet par transmission, je l'éclairai par réflexion, comme on fait pour les corps opaques. Cette faculté de pouvoir éclairer les corps opaques de manière à les voir avec de plus forts grossissemens, est un des principaux avantages de mon microscope.

Je choisis pour ce nouvel examen diverses particules très-minces de bois de canepa, auxquelles leur couleur blanche permet d'appliquer un plus fort grossissement. Ayant placé à sec une de ces petites portions de bois sur un plan bien poli d'ébène noire, je la présentai au microscope, et je vis apparaître la membrane d'un tube de couleur cendrée, avec ses excroissances d'un blanc

éclatant, percées au milieu d'un trou ovale parfaitement noir. La figure x représente un morceau de cette membrane d'un tube poreux du bois de canepa, agrandi plusieurs centaines de mille fois en surface.

Je ne me contentai cependant pas de ce premier aperçu. Il me vint à l'esprit que les bourrelets de la membrane pouvaient être doués d'un degré de poli tel qu'ils réfléchissent les images des objets, et que le trou ovale du centre ne fût que l'image d'une portion correspondante du petit miroir éclairant, privée de lumière.

Dans les yeux des mouches, on voit sur une base hexagonale s'élever un hémisphère au milieu duquel on découvre, avec un certain mode d'éclairage, un petit cercle noir. Que de personnes à qui j'ai montré cet objet ont cru y voir la pupille de l'œil! Et pourtant ce n'est autre chose qu'une absence de lumière produite par l'ouverture centrale du miroir-éclairant supérieur.

Pour distinguer dans mes tubes la réalité de l'illusion, sans changer le système d'éclairage, je fis faire un tour entier au porte-objet, et je vis les trous ovales tourner avec lui, en conservant toujours leur grand axe dans une direction transversale par rapport au tube même; ce qui ne serait pas arrivé dans l'hypothèse d'une ombre, au lieu d'une ouverture.

Je réfléchis d'un autre côté, que si la forme des bourrelets était oblongue comme celle d'une olive, l'ombre centrale aurait dû également tourner en même temps que le porte-objet; mais je dissipai ce dernier doute en m'assurant que les excroissances de la membrane ne réfléchissaient pas les images; ce que je fis en interceptant tantôt une partie tantôt l'autre de la lumière du

miroir-éclairant; d'où il ne résulta aucun changement de forme dans les objets que je contemplais.

Tous les autres tubes poreux du canepa que je soumis à la même épreuve me présentèrent le même aspect, et je ne tardai pas à découvrir jusqu'aux trous des tubes de ces plantes qui, examinées par transmission, m'avaient laissé dans l'incertitude.

J'ai observé en outre, dans certains tubes, des excroissances ou bourrelets tellement serrés que les trous dont ils étaient percés présentaient l'apparence d'une seule ligne obscure.

La même ligne obscure se rencontre dans la conjonction des bords gonflés des trachées, et montre que les fausses-trachées ont aussi de longues fissures au milieu de leurs protubérances transversales.

De l'examen réitéré des grands tubes des plantes, il résulte qu'ils ne contiennent pas de petits grains semblables à ceux du chara, et que là où la membrane présente un renflement, il y a une fissure plus ou moins étendue.

Mais le suc monte-t-il réellement par ces grands vaisseaux, ou ne sont-ils pas plutôt destinés à d'autres fonctions ?

Ici, les opinions divergent, et les autorités se balancent. Link nous assure que les liqueurs colorées n'entrent pas dans ces canaux tant que les racines des plantes et les plantes elles-mêmes sont exemptes de lésion; et que les trachées, les fausses-trachées et les tubes poreux sont toujours vides. Selon cet observateur, les vaisseaux ainsi dénommés sont destinés à contenir l'air nécessaire

à l'élaboration du suc, lequel monte dans le végétal par les vaisseaux fibreux. Pour qui se décider ?

Une expérience très-simple que j'ai faite, et qui est facile à répéter, me paraît convaincante en faveur de Link, au moins pour les plantes que j'ai examinées.

En observant la texture de l'*heracleum sphondylium*, je remarquai que le long des gros faisceaux de trachées et de tubes poreux s'étendent, d'un bout à l'autre, d'autres faisceaux de tubes fibreux. Je coupai transversalement ces faisceaux, qui se séparent aisément du reste de la plante, et, l'œil armé d'une lentille achromatique de cinq lignes de foyer, je me mis à examiner la section.

Comprimant alors les faisceaux entre mes doigts, je vis très-distinctement le suc jaillir des vaisseaux fibreux, couvrir ensuite les ouvertures des trachées et des tubes poreux, et donner lieu à un borborygme assez fort occasioné par la sortie de l'air qui se dégageait de ces derniers vaisseaux sous la forme de bulles.

Cette expérience, variée, donne toujours le même résultat. On prend des faisceaux de trachées, de fausses trachées et de tubes poreux, avec les faisceaux de tubes fibreux qui les accompagnent, et on les renferme entre deux verres transparens. Regardant avec le microscope dirigé vers la lumière les canaux de ces organes perpendiculairement à leur longueur, on reconnaîtra, en serrant les verres, que le suc coule des tubes fibreux, et que l'air sort des autres grands vaisseaux, comme dans l'expérience précédente ; mais, dans celle-ci, on remarque en outre que les tubes qui contiennent l'air jouissent d'un haut degré d'élasticité ; car, lorsque la pression exercée sur les verres vient à cesser, l'air rentre en partie dans

ses réceptacles propres, mêlé avec le liquide qui s'introduit par l'embouchure des tubes, et par les déchirures que la pression a occasionées dans leurs parois. Il est curieux de voir cet air et ce liquide mêlés, parcourir en avant et en arrière l'intérieur des tubes avec une grande vitesse lorsqu'on écarte et rapproche alternativement les verres.

De tels phénomènes ne sont point particuliers à l'*heracleum sphondylium*, mais se reproduisent d'une manière plus ou moins distincte dans le *cucurbita pepo*, dans les nervures du *plantago major*, du *plantago lanceolata*, *etc.*

Maintenant si l'on me demande : les tubes fibreux desquels on voit découler le suc contiennent-ils des corpuscules semblables à ceux du chara ; je répondrai affirmativement.

Ils ne sont cependant pas tous de la même grosseur, et quelques-uns se découvrent à peine avec les plus forts grossissemens ; peut-être même, dans d'autres plantes, s'en trouvera-t-il qui, à cause de leur petitesse, seront tout-à-fait invisibles ; mais mes observations ne vont pas plus loin, et j'ignore si mes occupations diverses me permettront de revenir sur un sujet étranger à mes études principales. En attendant, je serais bien aise que cette ébauche pût attirer l'attention des physiciens et des botanistes-anatomistes, afin que par eux fût démontré ce que je n'ose encore appeler qu'une simple conjecture.

Sur *la Diminution de la durée du jour par le refroidissement de la terre.*

Par M. de Laplace.

Après avoir trouvé la cause de l'équation séculaire de la lune, je conclus de l'ensemble des anciennes éclipses, que la durée du jour n'a pas varié d'un centième de seconde centésimale depuis deux mille ans. J'ai remarqué ensuite que si la terre entière a été primitivement fluide, comme tout porte à le croire, ses dimensions ont diminué successivement avec sa température; et qu'alors sa vitesse angulaire de rotation a augmenté graduellement, et continuera de s'accroître, jusqu'à ce que la terre soit parvenue à l'état constant de température moyenne, qui convient à la température de l'espace dont elle est environnée, et à l'action de la chaleur solaire. Pour avoir une idée juste de ces accroissemens, que l'on imagine, dans un espace d'une température donnée, un globe de matière homogène, et tournant sur son axe dans un jour. Si l'on transporte ce globe dans un espace dont la température soit moindre d'un degré centésimal, et si l'on suppose que sa rotation ne soit altérée ni par la résistance d'un milieu, ni par le frottement, ses dimensions diminueront par la diminution de la température; et lorsqu'à la longue il aura pris la température du nouvel espace, son rayon sera diminué d'une quantité que je supposerai d'un cent millième; ce qui a lieu à-peu-près pour un globe de verre, et ce que l'on peut admettre pour la terre. Le poids de la chaleur

a été inappréciable dans toutes les expériences que l'on a faites pour le mesurer ; elle paraît donc, comme la lumière, n'apporter aucune variation sensible dans la masse des corps. Ainsi, dans le nouvel espace, deux choses peuvent être supposées constantes, savoir : la masse du globe, et la somme des aires décrites dans un temps donné par chacune de ses molécules rapportées au plan de son équateur. Leurs dimensions diminuent et se rapprochent d'un cent millième du centre du globe. L'aire qu'elles décrivent sur le plan de l'équateur étant proportionnelle au carré de leurs distances à ce point, diminuerait donc à fort peu près d'un cinquante millième, si la vitesse angulaire de rotation n'augmentait pas ; d'où il suit que pour la constance de la somme des aires décrites dans un temps donné, l'accroissement de cette vitesse, et par conséquent la diminution de la durée de la rotation, doivent être d'un cinquante millième. Telle est donc la diminution finale de cette durée. Mais avant que de parvenir à son état final de température, le globe a une température variable, et qui croît de la surface au centre ; en sorte que par les observations de cet accroissement, comparées à la théorie de la chaleur, on pourrait déterminer l'époque où le globe a été transporté dans le nouvel espace. La terre paraît être dans un état semblable. Cela résulte des observations thermométriques faites dans des mines profondes, et qui indiquent un accroissement de chaleur très-sensible, à mesure que l'on pénètre dans la terre. La moyenne des accroissemens observés paraît être d'un degré centésimal pour un enfoncement de trente-deux mètres ; mais un plus grand nombre d'observations fera connaître exactement

sa valeur. Cet élément est d'une haute importance dans la géologie. Non-seulement il indique une très-grande chaleur à la surface de la terre, à des époques fort reculées; mais en le comparant à la théorie de la chaleur, on voit que, dans le moment actuel, la chaleur terrestre est excessive à la profondeur d'un million de mètres, et surtout au centre de la terre; en sorte que toute cette partie du globe est probablement à l'état de fusion, et se réduirait en vapeurs, si elle n'était pas contenue par les couches supérieures, dont la compression à ces grandes profondeurs est extrême.

La considération de cet accroissement dans la chaleur intérieure de la terre peut expliquer un grand nombre de phénomènes géologiques. Je citerai, par exemple, la chaleur des eaux thermales, et sa constance depuis un grand nombre de siècles; phénomènes dont on n'a donné jusqu'ici que des explications peu satisfaisantes. Si l'on conçoit que les eaux pluviales, en pénétrant dans l'intérieur d'un plateau élevé, rencontrent, dans leur mouvement, une cavité de trois mille mètres de profondeur, elles la rempliront d'abord; ensuite acquérant, à cette profondeur, une chaleur de cent degrés au moins, et devenues par là plus légères, elles s'élèveront et seront remplacées par les eaux supérieures; en sorte qu'il s'établira deux courans d'eau, l'un montant, l'autre descendant, perpétuellement entretenus par la chaleur intérieure de la terre. Ces eaux, en sortant de la partie inférieure du plateau, auront évidemment une chaleur bien supérieure à celle de l'air, au point de leur sortie.

Je reviens au globe que j'ai considéré. Pour avoir

l'accroissement de sa rotation, il était nécessaire de déterminer la loi de diminution de sa chaleur, du centre à la surface ; c'est ce que j'ai fait généralement pour un globe échauffé primitivement d'une manière quelconque, et soumis à l'influence d'une cause échauffante à l'extérieur. La loi dont il s'agit est représentée par une suite infinie de termes multipliés respectivement par des quantités successivement plus petites que l'unité, et dont les exposans croissent proportionnellement au temps. La longueur du temps fait ainsi disparaître ces termes les uns après les autres ; en sorte qu'avant l'établissement de la température finale, il n'y a plus de sensible qu'un seul de ces termes qui produit l'accroissement de température dans l'intérieur du globe. Je suppose le globe arrivé à cet état dont la terre est peut-être encore loin ; mais ne cherchant ici qu'à expliquer pourquoi, depuis deux mille ans, la variation de la durée du jour a été insensible, j'ai adopté cette hypothèse : j'en ai conclu l'accroissement de la vitesse de rotation. En transportant à la terre ce résultat qui diminue en raison du carré du rayon du globe, il fallait, pour le réduire en nombres, déterminer numériquement deux constantes arbitraires, dépendantes, l'une, de la faculté conductrice de la terre pour la chaleur ; l'autre, de l'élévation de température de sa couche superficielle, au-dessus de l'espace qui l'environne. J'ai déterminé la première constante au moyen des variations annuelles de la chaleur à diverses profondeurs, et j'ai supposé que cette variation, qui est à Paris, $\pm 9^{\circ}$ à la surface de la terre, se réduit au plus à $\pm \frac{1}{100}$ de degré dans les caves de l'Observatoire, à 28 mètres de profondeur. J'ai supposé ensuite que l'ac-

croissement de la chaleur est d'un degré pour un enfoncement de 32 mètres, et que la dilatation linéaire des couches terrestres est d'un cent millième pour chaque degré centésimal. Je trouve, au moyen de ces données, que la durée du jour n'a pas augmenté d'un deux centièmes de seconde depuis deux mille ans; ce qui est dû principalement à la grandeur du rayon terrestre. A la vérité, j'ai supposé la terre homogène, et il est incontestable, soit par la variation des degrés et de la pesanteur, soit par les phénomènes de la précession et de la nutation, soit enfin par les inégalités lunaires dues à l'aplatissement de la terre, que les couches terrestres augmentent en densité, de la surface au centre. Mais on doit observer ici que la quantité de chaleur et son mouvement, dans une substance hétérogène, seront les mêmes que dans une substance homogène si, dans chaque partie, la chaleur et la propriété de la conduire sont les mêmes. La matière peut être ici considérée comme un moyen de retenir et de conduire la chaleur, et ce moyen peut être le même dans des substances de densités très-différentes. Il n'en est pas ainsi des propriétés dynamiques, qui dépendent de la masse et de la vitesse des molécules. On peut donc, de cette manière, étendre à la terre hétérogène les résultats de la chaleur relatifs à la terre supposée homogène. Je trouve qu'alors l'accroissement de la vitesse de rotation est diminué par celui de la densité des couches terrestres, de la surface au centre de la terre, et qu'en satisfaisant à l'ensemble des phénomènes énoncés ci-dessus, la durée du jour n'a pas diminué de $\frac{1}{300}''$ depuis Hypparque.

Voici maintenant un exposé succinct de mon ana-

lyse. Soit V la chaleur d'un point quelconque d'une masse homogène, déterminé par les coordonnées orthogonales x, y, z; on a l'équation générale :

$$\left(\frac{ddV}{dx^2}\right) + \left(\frac{ddV}{dy^2}\right) + \left(\frac{ddV}{dz^2}\right) = k.\left(\frac{dV}{dt}\right) \quad (1).$$

dt est l'élément du temps, et k est une constante dépendante des propriétés de la substance, relatives à la chaleur. Lorsque la substance est parvenue à son état final de température,

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)$$

est nul, et alors l'équation précédente devient celle que j'ai trouvée, relativement à l'attraction des sphéroïdes, V exprimant, dans ce cas, la somme des molécules du corps attirant, divisées respectivement par leurs distances au point attiré. On peut donc déterminer par l'analyse exposée dans le troisième livre de la *Mécanique céleste*, l'étal final de la température d'une sphère échauffée d'une manière quelconque, à l'extérieur. Ce qui complète l'analogie de la théorie de la chaleur avec celle de l'attraction des sphéroïdes; c'est qu'il existe à la surface des équations de la même nature. A la surface d'une sphère dont r est le rayon, on a :

$$-\left(\frac{dV}{dr}\right) = fV - fl; \quad (2)$$

f étant une constante, et l étant une fonction dépendante de l'action échauffante des causes extérieures. Cette équation répond à l'équation à la surface des sphéroïdes attirans, que l'on trouve dans le n° 10 du troisième livre cité

M. Fourier a donné le premier les équations fondamentales (1) et (2), dans l'excellente pièce qui a remporté le prix proposé par l'Institut sur la théorie de la chaleur.

J'ai transformé l'équation (1) en coordonnées relatives à la distance r d'une molécule du globe, à son centre, à la longitude π de cette molécule, et au sinus μ de sa latitude. Elle devient alors :

$$kr^2.\left(\frac{dV}{dt}\right)=r\left(\frac{d^2(rV)}{dr^2}\right)+\left(\frac{ddV}{\frac{d\pi^2}{1-\mu^2}}\right)+\left(\frac{d(1-\mu^2)\left(\frac{dV}{d\mu}\right)}{d\mu}\right).$$

En supposant ensuite V exprimé par une suite de termes de la forme $c^{-nt}\gamma^{(i)}.q^{(i)}$, c étant le nombre dont le logarithme hyperbolique est l'unité, et $\gamma^{(i)}$ étant une fonction rationnelle et entière de l'ordre i, en μ, $\sqrt{1-\mu^2}.\sin.\pi$, et $\sqrt{1-\mu^2}.\cos.\pi$, genre de fonctions dont j'ai fait un grand usage dans la théorie des attractions des sphéroïdes, et qui sont telles que l'on a.

$$0=\left(\frac{d\frac{dy^{(i)}}{d\pi^2}}{1-\mu^2}\right)+\left(\frac{d(1-\mu\mu)\left(\frac{dy^{(i)}}{d\mu}\right)}{d\mu}\right)+i.\overline{i+1}.y^{(i)};$$

on aura :

$$0=r.\frac{d^2.rq^{(i)}}{dr^2}+kn\,r^2.q^{(i)}-i.\overline{i+1}.q^{(i)}.$$

i étant ici un nombre entier positif; cette équation est intégrable; et en rejetant la partie de l'intégrale, qui rendrait q infini, lorsque r est nul, $q^{(i)}$ est de la forme :

$$Mr^{-i-1}\sin.r\sqrt{nk}+Nr^{-i-1}.\cos.r\sqrt{nk}.$$

M et N étant des fonctions finies, rationnelles et entières de r. L'équation à la surface devient :

$$-\left(\frac{dq^{(i)}}{dr}\right)=fq^{(i)}.$$

En y faisant r égal au rayon du globe, elle donne la valeur de n; et comme ellè est transcendante, on a pour n une infinité de valeurs auxquelles répondent autant de fonctions différentes, de la forme $y^{(i)}$. Par l'effet du temps, les exponentielles c^{-nt} qui les multiplient, deviennent de plus en plus insensibles, et il ne reste de sensible, que celle qui correspond à la plus petite valeur de n. Mais cette plus petite valeur est elle-même d'autant plus grande, que i est plus considérable; ainsi, par l'effet du temps, les fonctions de la forme $c^{-nt}.y^{(i)}$ disparaissent les unes après les autres, et il ne reste avant l'état final, que celle de la forme $c^{-nt}\,y^{(o)}$, que M. Fourier a considérée avec étendue dans la pièce citée, et dont je suis parti pour déterminer la diminution de la durée du jour. J'observerai ici que cette analyse s'applique à l'équation des fluides, et que c'est ainsi que j'ai déterminé dans le quatrième livre de la *Mécanique céleste*, les oscillations d'un fluide qui recouvre une sphère immobile, et qui est attiré par un astre en mouvement. Je développerai dans la connaissance des temps de 1823, cette analyse, son extension aux sphéroïdes peu différens d'une sphère, et son application à la diminution de la durée du jour par le refroidissement de la terre.

Extrait *d'un Mémoire sur le Refroidissement séculaire du globe terrestre.*

Par M. Fourier.

La question des températures terrestres est fort composée. Nous ne pouvons ici qu'indiquer la nature de cette question, l'analyse qui sert à la résoudre, et les résultats remarquables que l'on en déduit.

La chaleur qui se distribue dans l'intérieur de la terre est assujettie à trois mouvemens distincts :

1°. L'action des rayons du soleil pénètre le globe, et cause des variations diurnes et annuelles dans les températures. Ces changemens périodiques cessent d'être sensibles à quelque distance de la surface. Au-delà d'une certaine profondeur et jusqu'aux plus grandes distances accessibles, la température due à la seule influence du soleil est devenue fixe. Elle est la même pour les différens points d'une même verticale. Cette quantité immense de chaleur solaire qui détermine les variations périodiques oscille dans l'enveloppe extérieure de la terre; elle s'abaisse au-dessous de la surface pendant une partie de l'année, et pendant la saison opposée, elle remonte et se dissipe dans l'espace.

2°. Si l'on fait abstraction de ce premier mouvement, pour ne considérer que les températures fixes des lieux profonds, on reconnaît que la température qui est constante dans un lieu donné, n'est pas la même pour des lieux différemment situés par rapport à l'équateur. Plusieurs causes accessoires concourent à ces différences. Il résulte de l'inégalité des températures fixes, que la chaleur

solaire qui s'est propagée depuis un grand nombre de siècles dans la masse intérieure du globe, est assujettie à un mouvement extrêmement lent devenu sensiblement uniforme. C'est en vertu de ce second mouvement que la chaleur du soleil pénètre les zones équinoxiales, s'avance dans l'intérieur du globe, et en même temps se détourne pour se dissiper à travers les régions polaires.

3°. Il ne suffit pas de considérer les effets du foyer extérieur; il faut aussi porter son attention sur les mouvemens de la chaleur propre du globe. Si la température fixe des lieux profonds devient sensiblement plus grande à mesure qu'on s'éloigne de la surface en suivant une ligne verticale, il est impossible d'attribuer cet accroissement à la chaleur du soleil, qui se serait accumulée depuis un très-long temps; et s'il restait quelques doutes à cet égard, l'analyse les dissiperait complètement. Or, des observations très-variées établissent aujourd'hui ce fait général. A la vérité, la mesure de l'accroissement demeure sujette à beaucoup d'incertitude; mais il n'en est pas de même du résultat principal qui consiste en ce que les températures fixes sont très-sensiblement plus grandes à de plus grandes profondeurs. MM. les Rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique* viennent de publier des observations de ce genre qui nous paraissent propres à décider entièrement la question. Cela posé, la solution analytique démontre que l'accroissement de température ne peut être l'effet de la chaleur solaire; il est dû entièrement à une chaleur primitive que la terre possédait à son origine, et qui diminue dans le cours des siècles, en se dissipant à la surface.

Il faut donc, comme nous l'avons dit, distinguer trois

mouvemens de la chaleur dans la masse du globe. Le premier est périodique, et n'affecte que l'enveloppe; il porte successivement la chaleur du soleil au-dessous et au-dessus de la superficie de la terre, et détermine les alternatives des saisons. Le second mouvement se rapporte aussi à la chaleur solaire; il est uniforme et d'une extrême lenteur. Il consiste dans un flux continuel, et toujours semblable à lui-même, qui traverse la masse du globe, de l'un et de l'autre côté du plan de l'équateur jusqu'aux poles. Le troisième mouvement de la chaleur est variable et consiste dans le refroidissement progressif du globe terrestre. Cette chaleur, qui se dissipe ainsi dans les espaces planétaires, est propre à la terre, et primitive; elle est due aux causes qui subsistaient à l'origine de cette planète. Elle abandonne lentement les masses intérieures, qui conservent pendant un temps immense une température très-élevée. Cette hypothèse d'une chaleur intérieure et centrale s'est renouvelée dans tous les âges de la philosophie; car elle se présente d'elle-même à l'esprit, comme la cause naturelle de plusieurs grands phénomènes. La question consistait à soumettre l'examen de cette opinion à une analyse exacte, fondée sur la connaissance des lois mathématiques de la propagation de la chaleur. C'est ce mouvement variable de la chaleur primitive du globe qui est l'objet principal du Mémoire dont nous donnons l'extrait; nous rapporterons les titres des articles pour faire connaître l'ordre que l'on a suivi.

I. Exposé de la question, équations différentielles de l'état variable d'une sphère dont la chaleur initiale se dissipe dans le vide.

II. Condition relative à la surface.

III. Solution générale, la température initiale étant exprimée par une fonction arbitraire.

IV. Application à la sphère dont tous les points ont reçu la même température.

V. Température variable dans un solide d'une profondeur infinie dont l'état initial serait donné par une fonction arbitraire, et dont la surface serait maintenue à la température zéro.

VI. Flux intérieur de la chaleur dans ce solide.

VII. Températures variables dans un solide d'une profondeur infinie dont l'état initial serait exprimé par une fonction arbitraire, et dont la chaleur se dissipe à travers la surface, dans un espace vide d'air terminé par une enceinte d'une température constante.

VIII. Du cas où la chaleur initiale est la même jusqu'à une profondeur donnée, température de la surface.

IX. Applications numériques.

X. Application de la solution relative à la sphère, et comparaison avec les températures variables du solide infiniment profond.

XI. Conséquences générales.

Pour citer un exemple de ce genre de questions, nous choisissons celle qui est indiquée dans le VIIe article.

On suppose un solide homogène de dimensions infinies terminé par un plan horizontal. Tout l'espace inférieur au plan infini est occupé par la masse du solide; l'espace supérieur est vide, et terminé de tous côtés par une enceinte solide d'une figure quelconque, et d'une température constante que l'on désigne par zéro.

u exprime la profondeur verticale d'un point du so-

lide, ou sa distance à la surface. La température initiale de la tranche solide dont la profondeur est u est donnée, et l'on représente cette température par Fu. La fonction Fu est entièrement arbitraire, et peut-être discontinue. La substance dont le solide est formé est supposée connue, c'est-à-dire que l'on a mesuré : 1°. la densité d; 2°. la capacité de chaleur c; 3°. la conducibilité propre k, ou la facilité avec laquelle la chaleur passe d'une molécule solide intérieure à une autre; 4°. la conducibilité extérieure h, ou la facilité avec laquelle la chaleur passe d'une molécule de la surface dans le vide. Les trois coefficiens c, k, h sont spécifiques, comme celui qui mesure la densité d; ils règlent dans toutes les substances l'action de la chaleur. On en a donné les définitions exactes dans les Mémoires précédens, et l'on a fait connaître les moyens de les mesurer.

Cela posé, le solide ayant son état initial, on commence à compter le temps écoulé pendant que la chaleur se dissipe dans le vide à travers la surface. Après un certain temps t, la tranche dont la profondeur est u, et qui avait la chaleur initiale Fu, a une température actuelle v qui varie avec le temps t, et avec la profondeur u. La question consiste à trouver cette fonction v de u et de t qui exprime pour chaque instant l'état variable du solide pendant la durée infinie du refroidissement. Cette question exigeait une nouvelle méthode d'analyse dont on a donné les premières applications en 1807. Elle est résolue par la formule suivante :

$$v = \frac{2}{\varpi}\int_0^{\infty} \frac{dp\, e^{-p\cdot\frac{2Kt}{c.d}}}{p^2 + \frac{h^2}{k^2}} \left\{ \frac{h}{k} \sin. pu + p \cos. pu \right\} \int_0^{\infty} d\alpha \sin. p\alpha \left(\frac{h}{k}.F\alpha - \frac{d}{d\alpha}.F\alpha \right). \tag{1}$$

la fonction $F\alpha$ étant connue, on intègre d'abord par rapport à l'indéterminée α entre les limites $\alpha = o$ et $\alpha = \frac{1}{o}$: le résultat de cette intégration est une fonction de p. On intègre ensuite par rapport à l'indéterminée p entre les limites $p = o$ et $p = \frac{1}{o}$. Le résultat de cette intégration ne contient plus p, en sorte que l'on obtient pour v une fonction de p et t, et des constantes d, c, k, h. L'analyse dont on déduit cette solution ne consiste pas seulement à exprimer les intégrales par la somme de plusieurs termes exponentiels. Cet usage des valeurs particulières était connu depuis l'origine du calcul des différences partielles. La méthode dont nous parlons consiste surtout à déterminer les fonctions arbitraires sous les signes d'intégrale définie, en sorte que le résultat de l'intégration soit une fonction quelconque qui est donnée, et qui peut être discontinue.

On peut connaître aussi la quantité de chaleur qui, pendant un temps donné, traverse une des tranches du solide, et en général il n'y a aucun élément du phénomène qui ne soit clairement exprimé par la solution. Si l'on suppose que la température initiale a une même valeur b depuis la surface jusqu'à une certaine profondeur A, et qu'au-delà de cette profondeur, la température initiale est o, on trouve :

$$v = \frac{2b.h}{k\varpi}\int_0^{\infty} \frac{dp\, e^{-p\frac{2kt}{c\cdot d}}}{p^2 + \frac{h^2}{k^2}} . \text{ sin. vers. } (pA) \left\{ \frac{h}{k} . \frac{\sin. (pu)}{p} + \cos. (pu) \right\}. \tag{2}$$

Si l'on suppose infinie la ligne A dont tous les points ont la température initiale b, on trouve, par un examen très-attentif :

$$(3)\quad v = \frac{2\,b.h}{k\varpi}\int_0^{\varpi} \frac{dp\,e^{-p^2\frac{kt}{c\cdot d}}}{p^2+\frac{h^2}{k^2}}\left\{\frac{h}{k}\cdot\frac{\sin.(pu)}{p}+\cos.(pu)\right\}.$$

Pour connaître l'état variable de la surface depuis le commencement du refroidissement, il faut supposer $u=o$, et l'on a :

$$(4)\quad v = \frac{2\,b\,h}{k\varpi}\int_0^{\varpi} \frac{dp\,e^{-p^2\frac{kt}{c\cdot d}}}{p^2+\frac{h^2}{k^2}}.$$

Cette dernière expression équivaut à l'intégrale indéfinie.

$$(5)\quad v = \frac{2b}{\sqrt{\varpi}}\,e^{R^2}\int_R^{\infty} dr\,e^{-r^2}.$$

L'intégrale doit être prise depuis $r=R$ jusqu'à $r=\frac{1}{0}$. La valeur de la limite R est :

$$\frac{h\sqrt{t}}{\sqrt{k\cdot c\cdot d}}.$$

Sous cette forme, la valeur de v est toute calculée, au moyen de la seconde table que M. Kramp a donnée dans son ouvrage sur les réfractions astronomiques. Lorsque la valeur de t est devenue assez grande, par exemple, si elle surpasse mille années, et si la substance du solide est le fer, la température variable de la surface est ex-

primée sans erreur appréciable par la formule très-simple :

$$(6) \qquad v = b \frac{\sqrt{kc \cdot d}}{h\sqrt{\varpi}\sqrt{t}}.$$

Ainsi, la température de la surface varie en raison de la racine carrée des temps écoulés depuis le commencement du refroidissement. La valeur du temps t étant devenue beaucoup plus grande que mille années, c'est cette équation (6) qui exprime en fonction de t et des constantes k, c, d, h, la température variable v de la surface du globe terrestre pendant un nombre immense de siècles.

Si l'on compare le mouvement de la chaleur dans un solide d'une profondeur infinie, à celui qui a lieu dans une sphère solide d'un rayon très-grand, comme celui de la terre, on reconnaît que les deux effets doivent être les mêmes, pendant un temps immense, et pour toutes les parties qui ne sont pas extrêmement éloignées de la surface. Il suit de là que les intégrales précédentes doivent aussi être données par les formules qui expriment le mouvement variable de la chaleur dans une sphère d'un rayon quelconque.

Dans cette dernière question, on désigne par X le rayon total, et par x le rayon d'une couche sphérique intérieure. La température initiale du solide est connue; elle est représentée par Fx, et la fonction Fx est entièrement arbitraire. t désigne le temps écoulé, à partir de cet état initial, et v est, après le temps écoulé t, la valeur actuelle de la température d'une couche sphérique dont le rayon est x. On suppose que la chaleur se dis-

sipe librement à la surface dans un espace vide que termine une enceinte solide, dont la température constante est zéro. Les coefficiens spécifiques d, c, k, h mesurent les qualités que nous avons déjà définies. Cela posé, les équations différentielles qui expriment le mouvement de la chaleur dans cette sphère sont :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{k}{c \cdot d}\left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{2}{x} \cdot \frac{dv}{dx}\right) \text{ et } k\left(\frac{dv}{dx}\right) + h\,(v) = 0.$$

(7) (8)

Ces deux équations et l'intégrale (9) que nous allons rapporter, ont été données pour la première fois dans un Mémoire remis à l'Institut de France, le 21 décembre 1807 (pages 143, 144 et 150). Il est nécessaire de fixer son attention sur l'équation (8), parce quelle contient un résultat très-simple dans l'analyse des températures du globe. Cette équation se rapporte à l'état de la surface ; elle montre que l'élévation v de la température de la surface, au-dessus de la température zéro de l'espace vide, a une relation nécessaire avec la valeur qui appartient, pour ce même instant, à $\frac{dv}{dx}$. On connaîtrait cette valeur de $\frac{dv}{dx}$ en observant dans le même moment la température v de la surface, et la température $v + \Delta v$ d'un point inférieur placé à une profondeur médiocre Δx. Le rapport $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ est la mesure de l'accroissement de température, à partir de la surface. Or, cet accroissement change avec la valeur de v, et dans la question actuelle, il est sensiblement proportionnel à cette valeur, c'est-à-dire que le rapport de l'accroissement $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ à la température de la surface est une quantité constante $\frac{h}{k}$

En général, le flux normal de la chaleur à la surface d'un corps, tel qu'il est déterminé par l'action mutuelle des molécules solides, équivaut à la chaleur qui se dissipe à la surface, en vertu du rayonnement et de l'action du milieu extérieur. Nous avons montré, dans les Mémoires déjà cités de 1807 et de 1811, que cette relation est totalement indépendante de la figure du corps, et des substances dont la masse intérieure est formée, ou de leurs températures. Le rapport constant dont il s'agit ne dépend que des deux qualités physiques de l'enveloppe qui ont été désignées par k et h.

Voici la formule qui contient la solution générale de la question précédente :

$$v = \sum_{i=1}^{i=\infty} \frac{2}{x} \sin.(p_i x) \frac{e^{-p_i^2 \frac{kt}{c \cdot d} \int_0^X \left(d\alpha \cdot \alpha \sin.(p_i \alpha) \cdot F\alpha \right)}}{X - \frac{1}{2p_i} \sin.(2p_i X).} \tag{9}$$

La quantité désignée par p_i est une racine de l'équation transcendante $pX = (1 - \frac{h}{k} X) \text{ tang.}(pX)$. Cette (10) équation a toutes ses racines réelles, dont chacune doit être mise à la place de p_i dans l'expression de v. Ces racines, rangées par ordre, en commençant par la plus petite, sont $p_1 p_2 p_3$, etc. Le signe

$$\sum_{i=1}^{i=\infty}$$

indique que l'on doit donner au nombre entier i toutes ses valeurs 1, 2, 3, etc., et prendre la somme des ter-

mes. L'indéterminée α, qui entre sous le signe d'intégrale, disparaît par l'intégration définie qui a lieu depuis $\alpha = o$ jusqu'à $\alpha = X$. On trouve ainsi pour v une fonction de x et t, du rayon total X, et des coefficiens d, c, k, h. C'est sous cette forme que doit être mise l'intégrale des équations 7 et 8, pour représenter distinctement le phénomène physique qui est l'objet de la question. On peut connaître, au moyen de cette formule, toutes les circonstances du refroidissement d'un globe solide dont le diamètre n'est pas extrêmement grand.

Une des conséquences de cette solution consiste en ce que le mouvement de la chaleur, dans l'intérieur du solide, devient de plus en plus simple, à mesure que le temps augmente. Lorsque le refroidissement a duré pendant un certain temps que l'on peut déterminer, l'état variable du solide est exprimé sans erreur sensible par le premier terme de la valeur de v. Alors toutes les températures décroissent en même temps, et demeurent proportionnelles; en sorte que les rapports de ces températures variables sont devenus des nombres constans.

Nous avons reconnu en effet, dans nos expériences, que cette disposition finale et régulière des températures s'établit dans les corps de dimensions médiocres, après un temps assez court. Mais pour une sphère solide d'un rayon comparable à celui de la terre, les rapports des températures ne deviendraient fixes qu'après un temps immense, et l'on n'a aucun moyen de connaître si ce temps s'est écoulé. Pour découvrir les lois naturelles du refroidissement du globe, il était donc nécessaire de considérer le phénomène pendant toute la durée de l'état qui précède cette distribution finale, durée qui doit surpasser

plusieurs millions de siècles. C'est dans cette vue que nous avons traité séparément la question relative au solide d'une profondeur infinie, dont toutes les parties auraient reçu la même température initiale b. Or, la solution de cette dernière question doit donner le même résultat que celle qui exprime l'état variable d'une sphère d'un rayon infini, et dont tous les points auraient eu la température initiale (b). Il faut donc, dans l'équation (9), remplacer la fonction $F\alpha$ par une constante b, et attribuer une grandeur infinie au rayon total X. Si l'on procède à ce calcul avec beaucoup d'attention, en supposant d'abord la valeur infinie dans l'équation (10), afin de déterminer toutes les valeurs de p, on reconnaît que chaque terme de la valeur de v dans l'équation (9) devient une quantité différentielle; en sorte que v est exprimée par une intégrale définie; et l'on trouve exactement pour cette intégrale le résultat donné par l'équation (3), à laquelle on était parvenu en suivant une analyse entièrement différente.

On ne connaît point la densité des couches intérieures du globe, ni les valeurs des coefficiens k, h. Ces deux derniers coefficiens n'ont été déterminés jusqu'ici que pour une seule substance, le fer forgé dont la surface serait polie. Les expériences que nous avons faites pour mesurer ces coefficiens ne se rapportaient point à la question actuelle. Elles avaient pour objet de comparer quelques résultats théoriques avec ceux des observations, et surtout de déterminer, du moins pour une substance, les élémens qu'exigent les applications numériques. Nous ne pouvons donc aujourd'hui appliquer les formules précédentes qu'à une sphère solide de fer, d'un rayon comparable à celui de la terre; mais cette application

donne une idée exacte et complète des phénomènes. Il est facile ensuite de modifier les solutions générales en supposant que les coefficiens d, c, k, h varient avec l'espèce de la matière, avec la profondeur, la pression et la température. Il serait nécessaire surtout d'éprouver l'effet de la pression sur la propagation de la chaleur. On ne pourrait aujourd'hui former sur ces questions que des hypothèses fort douteuses, parce qu'on manque totalement d'observations exactes et anciennes. Au reste, les changemens qui peuvent résulter de ces diverses conditions affecteraient surtout les températures à de très-grandes profondeurs, et ils laissent subsister les conséquences générales qui étaient l'objet de notre recherche, et que nous allons exposer, en donnant l'extrait du dernier article du Mémoire. Toutefois il est nécessaire de remarquer que ces conséquences ne sont entièrement exactes que si on les rapporte à une sphère de fer solide et homogène d'un diamètre égal à celui de la terre. Notre objet est moins de discuter les applications spéciales de la théorie à la masse du globe terrestre, dont la constitution intérieure nous est inconnue, que d'établir les principes mathématiques de cet ordre de phénomènes.

Conséquences générales.

I. Si la terre était exposée depuis un grand nombre de siècles à la seule action des rayons du soleil, et qu'elle n'eût point reçu une température primitive supérieure à celle de l'espace environnant, ou qu'elle eût perdu entièrement cette chaleur d'origine, on observerait au-dessous de l'enveloppe où s'exercent les variations pé-

riodiques, une température constante qui serait la même pour les divers points d'une même ligne verticale. Cette température uniforme aurait lieu sensiblement jusqu'aux plus grandes distances accessibles. Dans chacun des points supérieurs sujets aux variations, et compris dans la même ligne, la valeur moyenne de toutes les températures observées à chaque instant de la période serait égale à cette température constante des lieux profonds.

II. Si l'action des rayons solaires n'avait pas été prolongée assez long-temps pour que l'échauffement fût parvenu à son terme, la température moyenne des points où s'exercent les variations, ou la température actuelle des lieux plus profonds ne serait pas la même pour tous les points d'une même verticale; elle décroîtrait à partir de la surface.

III. Les observations paraissent indiquer que les températures sont croissantes lorsqu'on descend à de plus grandes profondeurs. Cela posé, la cause de cet accroissement est une chaleur d'origine propre au globe terrestre, qui subsistait lorsque cette planète s'est formée, et qui se dissipe continuellement à la superficie.

IV. Si toute cette chaleur initiale était dissipée, et si la terre avait perdu aussi la chaleur qu'elle a reçue du soleil, la température du globe serait celle de l'espace planétaire où il est placé. Cette température fondamentale que la terre reçoit des corps extérieurs les plus éloignés, est augmentée, premièrement, de celle qui est due à la présence du soleil; secondement, de celle qui résulte de la chaleur primitive intérieure non encore dissipée. Les principes de la théorie de la chaleur, appliqués à une suite d'observations précises, feront un

jour connaître distinctement la température extérieure fondamentale, l'excès de température causé par les rayons solaires, et l'excès qui est dû à la chaleur primitive.

V. Cette dernière quantité, l'excès de température de la surface, a une relation nécessaire avec l'accroissement des températures observé à différentes profondeurs. Une augmentation d'un degré centigrade par trente mètres suppose que la chaleur primitive que la terre a conservée élève présentement la température de sa surface d'environ un quart de degré au-dessus de celle de l'espace. Ce résultat est celui qui aurait lieu pour le fer, c'est-à-dire, si l'enveloppe du globe terrestre était formée de cette substance. Comme on n'a encore mesuré pour aucun autre corps les trois qualités relatives à la chaleur, on ne peut assigner que, dans ce seul cas, la valeur assez exacte de l'excès de température. Cette valeur est proportionnelle à la conducibilité spécifique de la matière de l'enveloppe; ainsi elle est pour le globe terrestre beaucoup moindre qu'un quart de degré, et ne surpasse peut-être pas un trente-sixième de degré. La surface du globe, qui avait dès l'origine une température très-élevée, s'est refroidie dans le cours des siècles, et ne conserve aujourd'hui qu'un excédant de chaleur presque insensible; en sorte que son état actuel diffère très-peu du dernier état auquel elle doit parvenir.

VI. Il n'en est pas de même des températures intérieures. Elles sont, au contraire, beaucoup plus grandes que celles de l'espace planétaire; elles s'abaisseront continuellement, mais ne diminueront qu'avec une extrême lenteur. A des profondeurs de cent, deux cents,

trois cents mètres, l'accroissement est très-sensible. Il paraît qu'on peut l'évaluer à un degré pour trente ou quarante mètres environ. On se tromperait beaucoup si l'on supposait que cet accroissement a la même valeur pour les grandes distances : il diminue certainement à mesure qu'on s'éloigne de la surface. Si l'on possédait une suite d'observations assez précises et assez anciennes pour donner la mesure exacte des accroissemens, on pourrait déterminer, par la théorie analytique que nous avons exposée, la température actuelle des points situés à une certaine profondeur; on connaîtrait à quelles époques les diverses parties de la surface avaient une température donnée, combien il a dû s'écouler de temps pour former l'état que nous observons; mais cette étude est réservée à d'autres siècles. La physique est une science si récente, et les observations sont encore si imparfaites, que la théorie n'y puiserait aujourd'hui que des données confuses. Toutefois on ne peut douter que l'intérieur du globe n'ait conservé une très-haute température, quoique la surface soit presque entièrement refroidie. La chaleur pénètre si lentement les matières solides, que, suivant les lois mathématiques connues, les masses placées à deux ou trois myriamètres de profondeur pourraient avoir présentement la température de l'incandescence.

VII. Si l'ensemble des faits dynamiques et géologiques prouve que le globe terrestre avait, à son origine, une température très-élevée, comme celle de la fusion du fer, ou seulement celle de 500 degrés, qui est plus de dix fois moindre, il faut en conclure qu'il s'est écoulé une très-longue suite de siècles avant que la surface soit par-

venue à son état actuel. L'équation $t = \frac{b^2}{\varpi \Delta^2} \cdot \frac{c.d}{k}$ exprime la relation entre le t écoulé depuis l'origine du refroidissement, et compté en minutes sexagésimales, la température initiale b comptée en degrés centigrades, et l'accroissement observé Δ qui peut être $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$. Le rapport $\frac{c.d}{k}$ est environ 1083 pour le fer; il est plus de huit fois plus grand pour les matières communes de l'enveloppe terrestre.

VIII. La température d'un lieu donné de la surface diminue par l'effet du refroidissement séculaire du globe; mais cette diminution est énormément petite, même dans le cours de plusieurs siècles. La quantité dont la température de la surface s'abaisse pendant une année, est égale à l'excès actuel de la température divisé par le double du nombre d'années écoulées depuis l'orgine du refroidissement.

Nous avons aussi démontré dans le Mémoire que la variation séculaire w de la température de la surface est exprimée par l'équation $w = \frac{k}{h} \cdot \frac{\Delta}{2T}$. On désigne par Δ le nombre de degrés dont la température augmente lorsque la profondeur augmente d'un mètre. T est le nombre de siècles écoulés depuis l'origine du refroidissement. w est la quantité dont la température de la surface s'abaisse pendant le cours d'un siècle. Le rapport $\frac{k}{h}$ est environ $7\frac{1}{2}$ pour le fer. Il peut être neuf fois moindre pour le globe terrestre. Δ peut être supposé $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$. Quant au nombre T, il est évident qu'on ne peut l'assigner. Mais on est du moins certain qu'il surpasse la durée des temps historiques, telle qu'on peut

la connaître aujourd'hui par les annales authentiques les plus anciennes. Ce nombre n'est donc pas moindre que 60 ou 80 siècles. On en conclut avec certitude que l'abaissement de la température pendant un siècle est plus petit que $\frac{1}{57600}$ d'un degré centigrade. Depuis l'école grecque d'Alexandrie jusqu'à nous, la déperdition de la chaleur centrale n'a pas occasioné un abaissement thermométrique d'un 288e de degré. Les températures de la superficie du globe ont diminué autrefois, et elles ont subi des changemens très-grands et assez rapides : mais cette cause a, pour ainsi dire, cessé d'agir à la surface. La longue durée du phénomène en a rendu le progrès insensible, et le seul fait de cette durée suffit pour prouver la stabilité des températures.

IX. D'autres causes accessoires, propres à chaque climat, ont une influence bien plus sensible sur la valeur moyenne des températures à l'extrême surface. L'expression analytique de cette valeur moyenne contient un coefficient numérique qui désigne la facilité avec laquelle la chaleur des corps abandonne la dernière surface, et se dissipe dans l'air. Or, cet état de la superficie peut subir, par les travaux des hommes, ou par la seule action de la nature, des altérations accidentelles qui s'étendent à de vastes territoires. Ces causes influent progressivement sur la température moyenne des climats. On ne peut douter que les résultats n'en soient sensibles, tandis que l'effet du refroidissement du globe est devenu inappréciable. La hauteur du sol, sa configuration, sa nature, l'état superficiel, la présence et l'étendue des eaux, la direction des vents, la situation des mers voisines concourent, avec les positions géogra-

phiques, à déterminer les températures des climats. C'est à des causes semblables, et non à l'inégale durée des saisons, que se rapporteraient les différences observées dans les températures des deux hémisphères.

X. On peut connaître d'une manière assez approchée la quantité de chaleur primitive qui se perd dans un lieu donné, à la surface de la terre, pendant un certain temps. En supposant la conducibilité propre neuf fois moindre que celle du fer, ce qui paraît résulter d'une expérience de Mr H.-B. de Saussure, on trouve que la quantité de chaleur qui se dissipe pendant un siècle par l'effet du refroidissement progressif du globe, et qui traverse une surface d'un mètre carré, équivaut à celle qui fondrait un prisme de glace dont ce mètre carré serait la base, et dont la hauteur serait environ trois mètres. L'abaissement de la température, pendant un siècle, est insensible; mais la quantité de chaleur perdue est très-grande.

XI. La quantité de chaleur solaire qui, pendant une partie de l'année, pénètre au-dessous de la surface de la terre, et cause les variations périodiques, est beaucoup plus grande que la quantité annuelle de chaleur primitive qui se dissipe dans l'espace. Mais ces deux effets diffèrent essentiellement, en ce que l'un est alternatif, tandis que le second s'exerce toujours dans le même sens. La chaleur primitive qui se perd dans l'espace n'est remplacée par aucune autre. Celle que le soleil avait communiquée à la terre pendant une saison, se dissipe pendant la saison opposée. Ainsi, la chaleur émanée du soleil a cessé depuis long-temps de s'accumuler dans l'intérieur du globe, et elle n'a plus d'autre effet que d'y maintenir

l'inégalité des climats et les alternatives des saisons.

Nous ne rappelons point ici les conséquences que nous avons démontrées dans les Mémoires précédens, en donnant l'analyse des mouvemens périodiques de la chaleur à la surface d'une sphère solide. Nous remarquerons seulement que l'étendue des variations, les époques successives qui les ramènent, la profondeur où elle cesse d'être sensible, la relation très-simple de cette profondeur avec la durée de la période, en un mot, toutes les circonstances du phénomène, telles qu'on les a observées, sont clairement représentées par la solution analytique. Il suffirait de mesurer avec précision quelques résultats principaux dans un lieu donné, pour en conclure la valeur numérique des coefficiens qui mesurent la conducibilité. C'est l'examen de quelques expériences de ce genre qui nous a donné lieu d'évaluer à un trente-sixième de degré l'élévation actuelle de la température de la surface du globe au-dessus de la température fixe des espaces planétaires.

Nous ajoutons, en terminant cet extrait, que toutes les valeurs numériques qui y sont rapportées ne peuvent être regardées comme exactes, ou même comme très-approchées; car elles sont sujettes à toutes les incertitudes des observations. Mais il n'en est pas de même des principes de la théorie. Ils sont exactement démontrés et indépendans de toute hypothèse physique sur la nature de la chaleur. Cette cause générale est assujettie à des lois mathématiques immuables, et les équations différentielles sont les expressions de ces lois. Les expériences montrent jusqu'ici que les coefficiens qui entrent dans ces équations ont des valeurs sensiblement

constantes, lorsque les températures sont comprises dans des limites peu différentes. Quelles que puissent être ces variations, les équations différentielles subsistent; il faudrait seulement modifier les intégrales pour avoir égard à ces variations. Les principes mathématiques de la théorie de la chaleur sont, à proprement parler, pour cet ordre de phénomènes, ce que, dans les questions de statique et de dynamique, sont les théorêmes généraux, et les équations du mouvement.

Réponse *à un article de la* Correspondance astronomique *de M.* de Zach.

L'avant-dernier Cahier de la *Correspondance astronomique* de M. le baron de Zach contient une note qui paraît être de ce savant, et dans laquelle, en parlant des relations qui ont eu lieu, en 1818, entre les astronomes français et anglais réunis à Dunkerque pour déterminer simultanément la latitude de cette station, limite commune des arcs de France et d'Angleterre, il est dit que : « M. le général Mudge commu-
» niquait, jour par jour, ses observations aux observa-
» teurs français (MM. Biot et Arago), mais sans
» réciprocité de la part de ces derniers, quoiqu'elle eût
» été promise. »

Comme cette assertion, présentée au public sous l'autorité de M. de Zach, pourrait jeter des doutes sur notre bonne foi, nous croyons devoir y faire une réponse précise et simple. Il est faux que les observateurs anglais et français se fussent mutuellement promis de se

communiquer, jour par jour, leurs observations ; il est également faux que le général Mudge ait communiqué journellement les siennes. Dès le commencement de notre réunion à Dunkerque et pendant tout le temps qu'elle a duré, nous avons offert aux astronomes anglais de faire usage de nos instrumens, soit seuls, soit en société avec nous, offre dont ils n'ont pas jugé convenable de profiter; nous leur avons demandé, à notre tour, d'observer avec le grand secteur de Ramsden, et ils nous ont permis de le faire : ils nous ont même donné toutes les indications-pratiques nécessaires au maniement de leur bel instrument ; ils nous ont communiqué leurs registres, et fourni la copie d'un certain nombre de leurs observations ; mais cette admission à nous servir du secteur et cette communication des observations anglaises n'ont eu lieu qu'après que nous avions déjà donné à M. Mudge la latitude de notre station, telle qu'on la déduisait des observations faites avec le cercle répétiteur, au nord et au sud du zénith.

Tant que M. Mudge a vécu, non-seulement il ne nous a adressé aucune plainte directe sur notre conduite envers lui et ses collègues, mais il nous a donné des témoignages particuliers et publics de sa satisfaction personnelle pour l'accueil justement honorable qui leur a été fait, et pour l'empressement que nous avons mis à lui faciliter l'établissement de ses instrumens. Nous laissons au public impartial et sensible aux principes de l'honneur, à juger le procédé de M. de Zach envers nous, et à caractériser le motif qui l'a pu porter à semer, par une accusation injuste, des élémens de discorde

entre les savans de deux nations, qui sont déjà malheureusement divisés par trop de préjugés nationaux.

BIOT; ARAGO.

EXTRAIT *d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le* 1er *mai* 1820, *par M.* Laugier, *et intitulé :* Faits pour servir à l'histoire chimique des pierres météoriques.

PARMI les substances qui entrent dans la composition des aérolithes, trois peuvent être considérées comme élémens caractéristiques, savoir : le nickel, le chrôme, et le soufre à cause de son union constante avec le nickel. Les autres principes laisseraient les aérolithes dans la classe ordinaire des mélanges pierreux, et n'indiqueraient point leur origine particulière.

Aussi la pierre tombée à Chassigny, dans laquelle on n'a trouvé aucune trace de soufre, de nickel ni de chrôme, n'est-elle point considérée comme une aérolithe.

Le nickel est celui des trois caractères auquel on a attaché le plus d'importance, parce qu'il se trouve dans les aérolithes en quantité assez considérable, et parce qu'on le rencontre aussi dans les fers météoriques.

Le chrôme, dont la présence dans tous les aérolithes est également remarquable, n'a été toutefois considéré jusqu'à présent que comme un caractère de moindre valeur, vraisemblablement en raison de sa moindre quantité, et peut-être aussi parce que des chimistes, dont

l'autorité est respectable, ont mis en doute son existence dans quelques aérolithes, et notamment dans la pierre de Stannern en Moravie.

Si pourtant il était démontré qu'un aérolithe ne renferme pas la moindre quantité de nickel, et que la pierre de Moravie contient une quantité notable de chrôme, ne serait-on pas autorisé à croire, jusqu'à ce que le contraire fût prouvé, que le chrôme est des trois principes des aérolithes le plus constant, et par conséquent le plus caractéristique ?

L'auteur a été conduit à cette conséquence par l'examen comparatif d'une pierre tombée, le 13 juin 1819, à Jonzac, et de la pierre dont la chute a eu lieu le 22 mai 1818, à Stannern en Moravie.

L'analyse de ces deux aérolithes, ou plutôt les faits qui prouvent, d'après ses expériences, que la première ne contient point de nickel, et que la seconde renferme du chrôme, forment l'objet de son Mémoire.

100 parties de la pierre de Jonzac sont ainsi formées :

Oxide de fer,	36 ;
Silice,	46 ;
Alumine,	6 ;
Chaux,	7,50 ;
Oxide de manganèse,	2,80 ;
Magnésie,	1,60 ;
Soufre,	1,50 ;
Chrôme,	1.
Total,	102,40.

En tenant compte de l'oxigène ajouté aux métaux

pendant l'analyse, la quantité compense à-peu-près la perte que l'on aurait dû éprouver.

Cette pierre ne diffère pas seulement des météorites par l'absence du nickel, mais encore par la proportion des autres substances qui les constituent; de telle sorte que le soufre, la magnésie, qui sont remarquables dans les pierres du même genre par leur quantité, ne sont ici que dans la proportion des substances toujours accidentelles comme la chaux, l'alumine, qui cette fois semblent avoir pris leur place.

Ayant fait ensuite l'examen de la pierre de Moravie, celui de tous les aérolithes où l'on a particulièrement constaté l'absence du chrôme, l'auteur n'a point tardé à reconnaître qu'elle n'en est point dépourvue, et qu'elle en contient un demi-centième comme la pierre de Vérone tombée en 1663, où il a pour la première fois trouvé ce métal, découvert par M. Vauquelin dans le plomb rouge de Sibérie.

L'auteur insiste sur la facilité avec laquelle le chrôme, mêlé surtout à de l'oxide de manganèse, peut échapper aux recherches, si l'on n'emploie pas les précautions qu'il a indiquées dans son premier Mémoire sur les aérolithes.

Il conclut de ses expériences, tout en convenant de la possibilité qu'il existe des météorites dépourvus de chrôme aussi-bien que de nickel, que jusqu'à de nouveaux essais, on doit regarder le chrôme comme le caractère le plus constant des aérolithes.

ANNONCES.

Les deux premiers volumes de l'ouvrage de M. Dupin intitulé : *Voyages dans la Grande-Bretagne entrepris relativement aux services publics de la guerre, de la marine et des ponts et chaussées, en* 1816, 1817, 1818 et 1819, viennent de paraître chez M. *Bachelier,* libraire, quai des Augustins. Ces deux volumes sont spécialement relatifs à la force militaire de l'Angleterre; on y trouve aussi des descriptions détaillées de plusieurs machines qui, rentrant dans le cadre de ce journal, nous fourniront une occasion naturelle de faire apprécier le savoir, le zèle et le patriotisme dont l'auteur a donné tant de preuves.

L'ouvrage de M. le Dr Orfila intitulé : *Elémens de Chimie médicale*, en 2 volumes, a été promptement épuisé; l'auteur n'a rien négligé pour perfectionner la seconde édition qui vient de paraître chez M. *Crochard,* libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16, et pour la rendre plus digne encore de l'accueil du public : on peut donc prédire, sans scrupule, qu'elle n'obtiendra pas moins de succès que l'édition précédente.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Avril* 1820.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	761,68	+ 7,4	90	761,60	+11,2	70	760,70	+14,3	60	761,70	+ 9,3	72	+14,4	+ 4,8	Très-nuageux.	O. N. O.
2	763,10	+11,2	77	762,80	+13,2	70	761,19	+13,8	69	761,31	+ 9,7	89	+13,8	+ 8,3	Couvert.	O. N. O.
3	761,90	+12,8	81	761,40	+16,8	59	760,88	+16,2	60	759,82	+12,4	74	+16,8	+ 9,0	Couvert.	N. O.
4	756,50	+12,0	51	755,07	+16,0	22	753,13	+17,5	22	752,70	+11,8	32	+17,5	+ 6,0	Beau.	E. S. E.
5	752,90	+12,8	54	752,20	+17,0	46	751,32	+19,5	37	750,27	+12,8	81	+19,5	+ 6,3	Trouble et nuageux.	S. E.
6	747,10	+12,8	60	746,27	+12,5	56	745,11	+11,4	67	746,30	+ 7,2	85	+12,8	+ 6,9	Couvert.	S. O. fort.
7	748,35	+ 8,8	80	748,54	+ 9,2	53	748,53	+ 9,0	54	748.50	+ 4,1	80	+ 9,3	+ 2,4	Très-nuageux.	O.
8	745,32	+ 9,3	79	743,31	+12,1	65	740,87	+13,1	53	739,40	+ 8,2	96	+13,1	+ 2,2	Très-nuageux.	S.
9	741,34	+11,5	75	74 ,12	+13,8	70	743,80	+ 9,5	76	748,28	+ 6,4	70	+13,8	+ 4,2	Pluie par intervalle.	O.
10	749,34	+10,0	80	747,86	+13,9	63	746,50	+13,4	53	745,49	+10,7	69	+13,9	+ 3,8	Quelques éclaircies.	S.
11	747,15	+12,8	82	748,19	+15,0	62	748,20	+16,9	52	748,38	+ 8,9	96	+16,9	+ 8,9	Très-nuageux.	S.
12	752,87	+13,9	80	753,46	+17,0	65	753,17	+17,2	61	753,83	+12,8	85	+17,3	+10,0	Couvert.	S. S. O.
13	752,57	+17,0	70	751,87	+20,9	53	751,10	+21,8	43	749,90	+17,4	53	+21,8	+10,5	Légers nuages.	S.
14	750,34	+19,0	54	750,15	+20,4	54	749,10	+21,2	45	750,44	+14,0	76	+21,6	+12,5	Légers nuages.	S. fort.
15	751,35	+11,5	77	751,42	+12,0	69	751,82	+11,0	72	754,48	+ 9,2	76	+12,0	+ 9,2	Couvert.	N. O.
16	759,14	+11,2	62	759,43	+13,8	44	759,10	+14,5	36	761,81	+10,2	60	+14,5	+ 4,9	Nuageux.	N. O.
17	762,60	+13,2	57	761,70	+16,0	45	760,53	+16,6	45	760,48	+12,5	71	+16,6	+ 5,0	Petits nuages.	E. N. E.
18	759,63	+14,2	64	758,89	+17,8	48	757,87	+19,5	38	758,20	+15,3	65	+19,5	+ 8,0	Nuageux.	N.
19	759,90	+15,8	64	759,20	+19,8	44	758,47	+21,6	36	759,10	+16,8	46	+21,6	+ 9,3	Beau.	N. O. faible.
20	761,33	+16,6	67	761,06	+19,5	52	760,78	+20,1	42	761,76	+15,2	60	+20,1	+ 9,0	Nuageux.	N. O.
21	763,05	+13,5	65	762,56	+15,5	58	761,55	+17,5	43	762,40	+12,8	60	+17,5	+ 8,8	Nuageux.	E.
22	763,61	+15,0	52	762,77	+17,0	46	761,60	+19,4	36	762,78	+14,3	37	+19,4	+ 8,5	Beau.	E.
23	766,43	+15,0	41	765,53	+17,0	32	764,44	+18,5	30	764,94	+14,2	44	+18,5	+ 8,5	Très-beau.	E fort.
24	766,03	+13,5	61	764,68	+16,8	37	763,32	+18,0	37	763,70	+14,9	40	+18,0	+ 8,3	Nuageux.	N. E. fort.
25	763,50	+13,0	60	762,30	+16,0	47	760,76	+17,3	34	760,22	+12,9	46	+17,3	+ 9,1	Légers nuages.	N. E. fort.
26	756,73	+13,8	57	754,76	+16,1	41	752,33	+17,3	38	749,91	+11,4	52	+17,3	+ 6,8	Légères vapeurs.	N.
27	747,57	+11,2	68	747,53	+10,3	70	747,44	+12,8	61	749,92	+ 5,8	96	+12,9	+ 5,8	Pluie.	N. O.
28	756,75	+ 7,1	64	757,73	+ 8,2	53	758,10	+ 9,5	50	759,89	+ 7,4	53	+ 9,5	+ 5,0	Couvert.	N.
29	761,30	+10,8	48	760,86	+11,5	46	759,96	+12,6	42	760,51	+11,0	48	+13,3	+ 5,9	Nuageux.	N.
30	761,80	+11,6	58	761,25	+13,8	47	761,13	+15,8	34	762,94	+11,1	70	+15,8	+ 3,5	Beau.	O. N. O.
1	752,75	+10,9	73	752,12	+13,6	57	751,20	+13,8	55	751,38	+ 9,3	75	+14,5	+ 5,4	Moyennes du 1 au 10	Pluie en centim.
2	755,69	+14,5	68	755,54	+17,2	54	755,01	+18,0	47	755,84	+13,2	69	+18,2	+ 8,7	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 2,303.
3	760,68	+12,4	57	760,00	+14,2	46	759,06	+15,9	40	759,72	+11,6	55	+16,0	+ 7,0	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 2 030.
	756,37	+12,6	66	755,88	+15,0	52	755,09	+15,9	47	755,64	+11,3	66	+16,2	+ 7,0	Moyennes du mois	+ 11,6.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

OBSERVATIONS *sur l'Ecoulement des fluides ; par* C.-J. Lehot. Page 5

Essai sur l'histoire chimique et le traitement médical des concrétions calculeuses. — Différentes situations dans lesquelles on trouve les calculs dans les passages urinaires ; symptômes qui leur sont propres. — Proportion des calculs urinaires dans divers hôpitaux ; fréquence comparative de la maladie dans différentes contrées. — Différentes espèces de calculs urinaires ; caractères extérieurs ; leur nature chimique et leur classification. — Calculs qui ne peuvent être rapportés à aucune des espèces décrites. — Fréquence comparative des différentes espèces de calculs. — Autres espèces de concrétions animales. — Traitement médical des maladies calculeuses. Par Alex. Marcet. 14

Analyse du nickel arsénical et du nickel arséniaté d'Allemont (département de l'Isère); par M. Berthier. 52

Sur l'Altération qu'éprouve l'acide sulfurique en agissant sur l'alcool. 62

Extrait du Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française exposés au Louvre en 1819. 80

Extrait des Séances de l'Acad. royale des Sciences. 100

Quelques nouveaux détails sur le passage de la comète

découverte dans le mois de juillet 1819, *devant le disque du soleil.* 104

Extrait d'une lettre du Dr Mac Culloch *au Dr* Brewster *sur les moyens de colorer les agates.* 110

Fer météorique. 111

Observations météorologiques du mois de janvier. 112

Mémoire sur la Conversion des matières animales en nouvelles substances par le moyen de l'acide sulfurique; par Henri Braconnot. 113

Second Extrait du Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française exposés au Louvre en 1819. 126

Sur une nouvelle Propriété physique qu'acquièrent les lames de verre quand elles exécutent des vibrations longitudinales; par M. Biot. 151

Examen chimique de l'acide particulier formé pendant la distillation de l'acide urique et des calculs d'urate d'ammoniaque; par MM. Chevallier *et* J.-L. Lassaigne. 155

Sur l'Accroissement nocturne de l'intensité du son; par A. de Humboldt. 162

Mémoire sur l'Avantage du banquier au jeu de Trente et Quarante; par M. Poisson. (*Extrait.*) 173

Sur la Température de l'intérieur du globe. — Mines de Giromagny; — de Freyberg; — de Bex; — de Cornouailles; — d'Angleterre; — du Mexique; — du Pérou. 183

Observations sur l'Essai des soudes et des sels de soude du commerce; par MM. Welter *et* Gay-Lussac. 190

Extrait des Séances de l'Acad. royale des Sciences. 221

Observations météorologiques du mois de février. 224

Troisième Extrait du Rapport du Jury de l'Exposition de 1819. 225

Premier Mémoire sur la Zircone; par M. Chevreul. 245

Sur le Perfectionnement de la Théorie et des Tables lunaires; par M. de Laplace. 250

Observations sur la Combinaison de l'essence de citron avec l'acide muriatique, et sur quelques substances huileuses; par M. Théodore de Saussure. 259

Lettre de M. Mathieu de Dombasle *à M.* Gay-Lussac, *sur la Conversion de la fécule en alcool par la fermentation.* 284

Recherches sur la Décomposition mutuelle de l'alcool et de l'acide phosphorique, pendant la formation de l'éther; par J.-L. Lassaigne. 294

Lettre de M. Gaultier de Claubry *à M.* Gay-Lussac, *sur les substances qui contiennent de l'iode.* 298

Sur l'Oxidation de l'argent pendant sa fusion; par M. Chevillot. 299

Sur le Calorique du vide; par M. Gay-Lussac. 304

Analyse du Sulfate de magnésie; par M. Gay-Lussac. 308

Programmes des prix proposés au concours par l'Académie royale des Sciences, pour les années 1821 *et* 1822. 312

Extrait des Séances de l'Acad. royale des Sciences. 316

Mémoire sur un Pêcher provenant d'une amande; suivi de quelques observations sur l'origine du pêcher; par Thomas Andrew Knight. 327

Sur un Moyen de faire du papier-ivoire à l'usage des peintres; par M. Einsle. 332

Observations météorologiques du mois de mars. 336

Suite des Observations sur les substances huileuses ; par M. Th. de Saussure. 337

Quatrième et dernier Extrait du rapport du Jury sur l'exposition des produits de l'industrie en 1819. 362

Observations sur la Circulation du suc dans le Chara ; *par M. le professeur* J.-B. Amici. 384

Sur la Diminution de la durée du jour par le refroidissement de la terre ; par M. de Laplace. 410

Extrait d'un Mémoire sur le Refroidissement séculaire du globe terrestre ; par M. Fourier. 418

Réponse à un article de la Correspondance astronomique *de M.* de Zach. 437

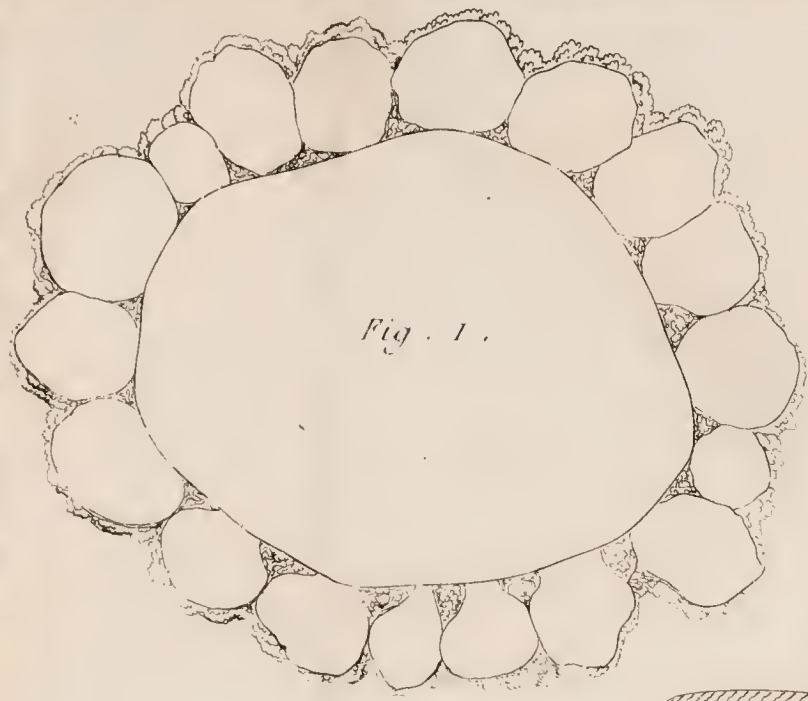
Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 1er *mai* 1820, *par M.* Laugier, *et intitulé* : Faits pour servir à l'histoire chimique des pierres météoriques. 439

Annonces. 443

Observations météorologiques du mois d'avril. 444

Table des Matières du treizième Volume. 445

FIN DE LA TABLE DU TREIZIÈME VOLUME.



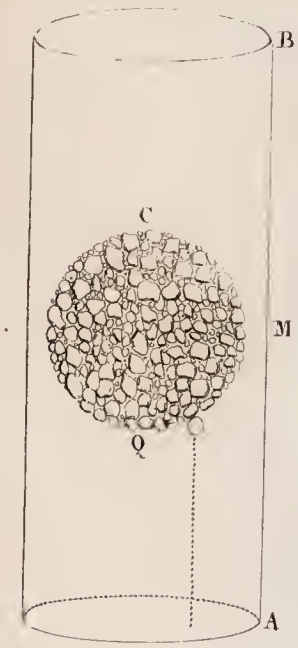


Fig. 2.

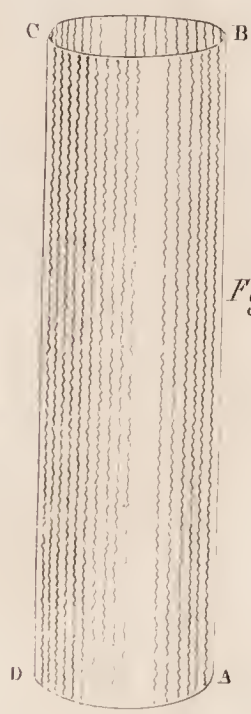


Fig. 3.

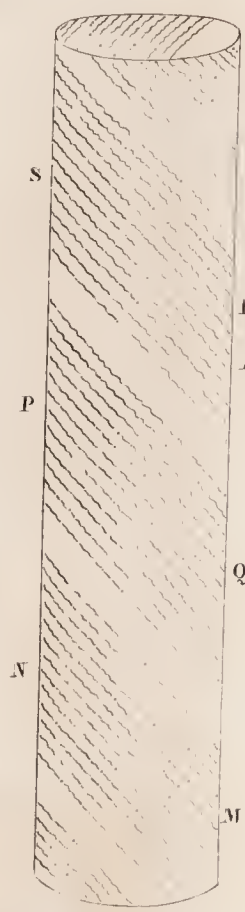


Fig. 4.

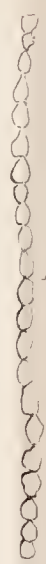


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 8.

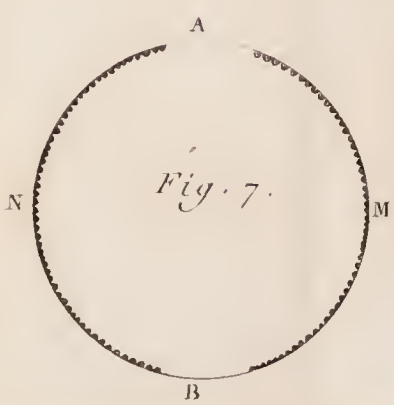


Fig. 7.

Fig. 9.

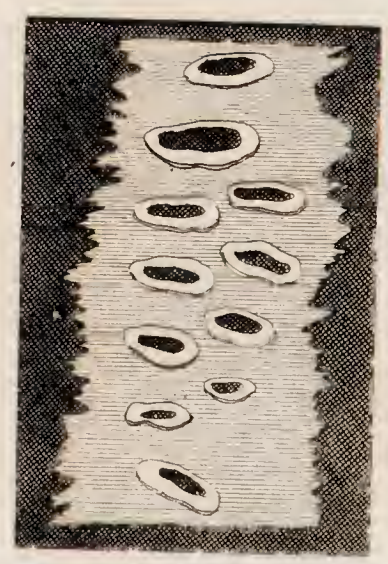


Fig. 10.